

Äänenvahvistimen käytön vaikutus opettajan ääneen ja opetuksen aikaiseen meluun

Loviisa Pälli

Logopedian Pro gradu -tutkielma

Tampereen yliopisto

Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö

Toukokuu 2015

Koulut ovat äänenkäyttäjille haastava ympäristö. Taustamelu on usein voimakas, ja opettajat joutuvat puhumaan pitkiä aikoja pitkän etäisyyden päähän, minkä vuoksi heidän äänensä rasittuu. Opettajien äänen kuormittuminen näkyy ääniongelmoina: 97 % suomalaisista opettajista on kokenut ongelmia äänessään uransa aikana (Ilomäki ym., 2009). Omaa työvälinettä, ääntään, suojellakseen opettajien olisikin hyvä käyttää äänenvahvistinta, vaikka varsinaista ääniongelmaa ei olisikaan. Tutkimusten mukaan opettaja korottaa ääntään vähemmän silloin, kun hän käyttää äänenvahvistinta. Tällöin äänentuotto on taloudellisempaa. Myös oppilaat ovat kokeneet hyvänä opettajan äänenvahvistimen käytön. Tällä hetkellä ei ole kuitenkaan tutkimustietoa siitä, miten äänenvahvistin vaikuttaa luokan taustamelun määrään.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten opetuksessa käytettävä äänenvahvistin muokkaa opettajan äänenkäyttöä. Lisäksi tutkittiin vaikuttaako äänenvahvistimen käyttö luokan taustameluun. Tutkimuksessa selvitettiin myös, millaiseksi oppilaat kokevat opetuksen seuraamisen, kun opettaja käyttää äänenvahvistinta. Tällaista tutkimusta ei ole toteutettu aikaisemmin Suomessa, ja kansainvälisestikin äänenvahvistuslaitteen vaikutuksesta on varsin vähän tutkittua tietoa.

Tutkimusaineisto koostui 8 miesopettajan ja 12 naisopettajan VoxLog-akkumulaattorilla tallennetuista äänitallenteista. Aineistoa koottiin myös kyselykaavakkeilla opettajilta (N=20) ja oppilailta (N=73). Aineistona olivat opettajien ja oppilaiden antamat vastaukset. Kyselyssä kartoitettiin opettajien päivän aikaisia äänituntemusmuutoksia, ääni- ja kurkkuoireiden määrää sekä äänenvahvistimen käyttökokemuksia. Oppilaiden kyselyssä kartoitettiin oppilaiden kokemuksia opetuksen seuraamisesta opettajan käyttäessä äänenvahvistinta. Opettajat olivat Kangasalan alueelta ja opettivat yläkoulu- ja lukioikäisiä oppilaita. Tutkimuksessa tallennettiin opettajan ääntä kahtena työpäivänä, joista toisena opettaja käytti äänenvahvistinta. Tutkittavat muuttujat olivat äänen perustaajuus (F_0), äänenpainetaso (SPL) ja taustamelun äänitaso (SPL).

Tulokset osoittivat, että opettajat käyttivät taloudellisempaa ääntä opettaessaan äänenvahvistimen kanssa: äänenpainetaso (SPL) laski 87 dB:stä 84 dB:iin. Naisopettajien äänen perustaajuus (F_0) laski 237 Hz:stä 217 Hz:iin äänenvahvistinta käytettäessä, mutta miesopettajien arvoissa ei ollut havaittavaa muutosta. Äänenvahvistinlaitteen käyttö ei vaikuttanut taustameluun.

Kyselyjen mukaan opettajat eivät joutuneet voimistamaan ääntään niin paljoa, kun he käyttivät äänenvahvistinta, ja heidän äänensä kesti työpäivän ajan paremmin. Opettajien äänentuotto tuntui helpommalta, ja he huomasivat myös oppilaiden kuulevan heidän äänensä paremmin. Oppilaiden kokemukset vahvistivat tätä, sillä 75 % oppilaista koki, että opettajaa oli helpompi kuulla, kun hän käytti äänenvahvistinta. 45 % oppilaista oli sitä mieltä, että opettajan olisi hyvä käyttää äänenvahvistinta opetuksessaan koko ajan.

Tutkimustulosten mukaan opettajien olisi hyvä käyttää opetuksessa äänenvahvistinta vähentääkseen äänensä rasittumista ja välttääkseen ääniongelmia. Äänenvahvistin myös parantaisi oppilaiden kuunteluolosuhteita ja helpottaisi opetuksen seuraamista.

Avainsanat: opettaja, ääni, äänen perustaajuus, äänenpainetaso, äänenvahvistin, taustamelu

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO.....	1
2 OPETTAJAN ÄÄNI JA ÄÄNENKÄYTTÖ.....	4
2.1 Opettajan äänen perustaajuus	4
2.2 Opettajan äänenpainetaso	5
3 KOULULUOKKA ÄÄNI- JA ÄÄNENKÄYTTÖYMPÄRISTÖNÄ	6
3.1 Taustamelu	7
3.1.1 Taustamelun vaikutus opettajan ääneen	9
3.1.2 Taustamelun vaikutus oppilaaseen	11
3.2 Äänenvahvistin opetuksen apuvälineenä.....	12
3.2.1 Äänenvahvistin	12
3.2.2 Äänenvahvistimen käytön vaikutus opettajan ääneen	13
3.2.3 Äänenvahvistimen käytön vaikutus oppilaisiin ja taustameluun	17
4 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	19
5 MENETELMÄT.....	20
5.1 Tutkimushenkilöt.....	20
5.2 Aineiston keruu	21
5.3 Aineiston analysointi	22
5.4 Tilastollinen analysointi	23
6 TULOKSET	25
6.1 OPETTAJAN ÄÄNENPAINETASO (SPL) JA ÄÄNEN PERUSTAAJUUS (F_0) OPETUKSESSA..	25
6.1.1 Äänenvahvistimen käytön vaikutus puheen äänenpainetasoon ja äänen perustaajuuteen.....	25
6.1.2 Äänenpainetason ja äänen perustaajuuden muutos aamu- ja iltapäivällä työpäivän aikana	26
6.2 TAUSTAMELUN ÄÄNENPAINETASO (SPL).....	28
6.2.1 Äänenvahvistimen käytön yhteys luokan taustamelun tasoon ja taustamelun muutos työpäivän aikana.....	28
6.3. ÄÄNENVAHVISTIMEN KÄYTTÖKOKEMUKSET JA -TUNTEMUKSET	29
6.3.1 Opettajien kokemukset äänenvahvistimen käytöstä	29
6.3.2 Opettajien subjektiivisten äänituntemusten muutokset tutkimuspäivien aikana	32
6.3.3 Oppilaiden kokemukset äänenvahvistimen käytöstä	33
7 POHDINTA.....	34
7.1 Tutkimustulosten pohdinta	34
7.1.1 Äänenvahvistimen vaikutus opettajan ääneen	34
7.1.2 Äänenvahvistimen vaikutus taustameluun	37

7.1.3 Äänenvahvistimen vaikutus opettajien ja oppilaiden kokemuksiin.....	38
7.2 Tutkimusmenetelmien arviointi.....	39
7.2.1 Tutkimushenkilöt.....	39
7.2.2 Tutkimusmenetelmät	41
7.3 Loppupäätelmät ja jatkotutkimuksen aiheita	42
LÄHDELUETTELO	44

LIITTEET I–XII

1 JOHDANTO

Suomessa on tällä hetkellä noin 6000 koulurakennusta, joissa työskentelee päivittäin 750 000 oppilasta ja yli 100 000 aikuista (Saarela, Kähkönen, Vähämäki & Reijula, 2005, 2). Opettajien työympäristössä on monia tekijöitä, jotka voivat kuormittaa ääntä: luokkahuoneen huonot akustiset olosuhteet, meluisuus, opetusryhmien koot, epäsuotuisa ilmanlaatu, pitkän etäisyyden päähän puhuminen sekä pitkään ja voimakkaasti puhuminen (Duffy & Hazlett, 2004; Knecht, Nelson, Whitelaw & Feth, 2002; Rantala, 2000; Titze, 2001; Vilkmán, 2004). Hyvin akustoitettu tila tukee puhujan äänen kestämistä (Sala, Sihvo & Laine, 2003, 23, 36). Puhumisen ja kuulemisen kannalta toimivassa tilassa puhuja saa kuulonsa avulla palautteen omasta äänestään ja voi palautteen avulla muokata sitä. Hyvässä tilassa vähäinen taustamelu ei myöskään häiritse. Tällöin kuulija pystyy vastaanottamaan puheen yhtä hyvin kaikkialla huoneessa.

Vähäinenkin taustamelu vaikeuttaa kuitenkin oppilaiden puheenerottamiskykyä (Crandell & Smaldino, 2000). Vastaavasti opettajat joutuvat korottamaan ääntänsä saadakseen sen kuulumaan melun yli (Nelson & Soli, 2000). Suositus on, että esimerkiksi opetustiloissa, joissa puheen kuuleminen on tärkeää, oppilaista ja ympäristötekijöistä johtuva taustamelu ei saa ylittää 50–55 dB (Södersten, Granqvist, Hammarberg & Szabo, 2002). Opetusluokkien LVIS-laitteista (lämpö-, vesi-, ilmastointi- ja sähkölaitteet) aiheutuva melu saa olla suomalaisten standardien mukaan korkeintaan 28 dB, eivätkä muutkaan luokassa olevat laitteet saa ylittää tätä arvoa (ks. esim. Sala & Rantala, 2012).

Koska kaikkia melulähteitä ei voida hiljentää luokassa, jo lähes 20 vuotta sitten on ehdotettu, että opettajat käyttäisivät äänenvahvistinta (McSporran, Butterworth & Rowson, 1997). Modernien teknisten laitteiden avulla voidaan mahdollisesti estää opettajien äänihäiriön syntyminen ja taata oppilaiden kuuleminen (Bovo, Trevisi, Emanuelli & Martini, 2013). Äänenvahvistimen on nimittäin raportoitu vähentävän opettajien äänen kuormitusta ja siten ääniongelmia (Jónsdóttir, Rantala, Laukkanen & Vilkmán, 2001; Sapienza, Crandell & Curtis, 1999; Vilkmán, 2004).

Vaikka opettajat joutuvat voimistamaan ääntään usein ja puhumaan pitkiäkin aikoja voimakkaalla äänellä, he eivät vaikuta olevan innokkaita käyttämään äänenvahvistinta (ks. esim. Rantala, Hakala, Holmqvist & Sala, 2012). Siitä huolimatta, että äänenvahvistimen avulla äänihäiriöt olisivat ennaltaehkäistävässä (Bovo ym., 2013), opettajilla on todettu olevan paljon ääniongelmia (Ilomäki

ym., 2009). Ilomäen ym. (2009) mukaan vain 3 % opettajista ei ollut kokenut ongelmia äänessään uransa aikana. 58 %:lla opettajista oli ollut äänihäiriö jossain vaiheessa uransa ja 11 %:lla opettajista oli äänihäiriö tutkimushetkellä (Roy ym., 2004). Myös Smolanderin ja Huttusen (2006) tutkimuksessa opettajista 42 % koki päivittäisiä tai viikoittaisia äänioireita. Opettajien äänioireet ovatkin tutkimusten mukaan lisääntymässä, ja 25 vuoden aikana esiintyvyys on noussut 12 %:sta 29 %:iin (Simberg ym., 2005). Lisäksi äänioireet alkavat vaivata opettajia jo opiskeluvaiheessa (Simberg, Sala & Rönnemaa, 2004). Opettajiksi opiskelevilla on todettu äänioireita muita opiskelijaryhmiä enemmän. Opettajien huono äänenlaatu vaikuttaa oppilaiden oppimiskykyyn pakottamalla oppilaan jakamaan huomiotaan tarkemmin äänisignaalin käsittelyyn, mikä johtaa ymmärtämisen heikkenemiseen (Lyberg-Åhlander, Haake, Brännström, Schötz & Sahlén, 2014).

Opettajat usein tiedostavat puhuvansa paljon työpäivänsä aikana ja kuormittavansa ääntään, mutta he eivät pyri etsimään keinoja taakan vähentämiseksi (Rantala ym., 2012). Tämä saattaa olla yksi syy, miksi äänentoistolaitteet ovat koululuokissa harvinaisia (Simberg ym., 2005; Sala ym., 2001). Rantalan ym. (2012) tekemä tutkimus paljasti opettajien huonon tuntemuksen äänenvahvistimista ja niiden hyödyistä opetustilanteessa: vain 15 % opettajista ilmaisi tarvetta käyttää äänenvahvistinta, vaikka 85 % ilmoitti puhuvansa etäälle ja 68 % korottavansa ääntänsä oppitunneilla. Tutkimus osoitti myös toisaalta, että 65 %:lla opettajista ei ollut mahdollisuutta käyttää äänenvahvistinta koulun taloudellisen tilanteen vuoksi.

Kokemukseni mukaan opettajistossa on vuosikymmenien takaisia ennakkoluuloja äänenvahvistimen käytöstä ja vähäistä tietoa sen todellisista hyödyistä. Kiinnostukseni tutkia äänenvahvistimen käyttöä opetustyössä heräsi vähäisten tutkimustulosten ja opettajien vähäisen tietämyksen myötä. Tällaista tutkimusta ei ole toteutettu aikaisemmin Suomessa, ja kansainvälisestikin äänenvahvistimen vaikutuksesta on varsin vähän tutkittua tietoa (ks. Bovo ym., 2013). Kiinnostuin aiheesta myös opettajana toimivan isäni kautta, sillä hän käyttää äänenvahvistinta päivittäin. Hänen koulussaan muutamalla muullakin opettajalla on äänenvahvistin käytössään.

Tarkastelen tässä pro gradu -tutkielmassani opettajan äänenpainetason, äänen perustajuuden ja taustamelutason muutoksia, kun opettaja käyttää äänenvahvistinta. Vertaan tuloksia tilanteeseen, jossa äänenvahvistinta ei käytetä. Tutkin lisäksi opettajien kokemuksia äänenvahvistimen käytöstä ja oppilaiden tuntemuksia opetuksen seuraamisesta opettajan käyttäessä äänenvahvistinta. Pyrin

tutkimukseni avulla antamaan opettajille mahdollisuuden kokeilla opettamista äänenvahvistimen kanssa, jotta heidän suhtautuminen äänenvahvistimia kohtaan muuttuisi myönteisemmäksi.

2 OPETTAJAN ÄÄNI JA ÄÄNENKÄYTTÖ

Opettajat voivat olla äänessä työpäivästään noin 35 % (Rantala, 2000), jolloin he saattavat puhua yhtäjaksoisesti jopa 2–3 tuntia (Bermúdez de Alvear, Barón & Martínez-Arquero, 2011; Charn & Mok, 2012; Hunter & Titze, 2010). Pitkään jatkuva puhuminen on kuormittavaa äänelle, ja opettajan äänihuulet saattavatkin värähdellä jopa miljoona kertaa työpäivän aikana (Vilkman, 2004). Äänen perustaajuuden ja äänenpainetason nousu lisäävät äänihuuliin kohdistuvaa mekaanista rasitusta (Boone, McFarlane, Von Berg & Zraick, 2010, 45). Ne kuormittavat äänielimistöä.

2.1 Opettajan äänen perustaajuus

Naisopettajien äänenkorkeus eli äänen *perustaajuus* (F_0) on opetuksessa keskimäärin 225 Hz (vaihteluväli 172—264 Hz) ja miesopettajien 130 Hz (vaihteluväli 116—157 Hz) (Sala & Rantala, 2012). Opettajien F_0 ei ole kuitenkaan sama työaikana ja vapaa-ajalla, sillä ainakin naisopettajien äänen perustaajuuden on todettu nousevan 10 Hz työaikana: naisopettajien keskimääräinen äänen perustaajuus on vapaa-ajalla 183 Hz ja työssä 194 Hz (Hunter & Titze, 2010).

Opettajien F_0 ei ole myöskään staattinen päivän ajan, vaan siinä voidaan havaita muutoksia työpäivän aikana ja esimerkiksi äänen kuormittumisen yhteydessä (Hunter & Titze, 2010; Jónsdóttir, Laukkanen & Vilkman, 2002; Lehto, Laaksonen, Vilkman & Alku, 2008; Laukkanen, Ilomäki, Leppänen & Vilkman, 2008; Rantala, 2000; Stemple, Stanley & Lee, 1995; Södersten ym., 2002). *Opettajien F_0 nousee työpäivän aikana* (Laukkanen ym. 2008; Laukkanen & Kankare, 2006; Rantala, 2000; Rantala, Vilkman ja Bloigu, 2002; Sala & Rantala, 2012). Tämän arvellaan johtuvan opettajan äänen kuormittumisesta (Rantala, 2000). Äänielimistön rasituessa äänenkorkeus kohoaa, sillä kilpi-kannurustolihas (musculus thyroarytenoideus) väsy (Stemple ym., 1995). Näin matalamman äänenkorkeuden ylläpitäminen vaikeutuu. Myös stressi (Roy ym., 2004) ja äänioireiden kokeminen voi nostaa äänen perustaajuutta (Rantala, 2000). Muun muassa äänioireita kokevat opettajat kompensoivat huonoa äänenlaatuaan voimistamalla ääntä (Rantala, 2000). Ääntä voimistaessa äänihuulisulku on tiiviimpi, jolloin äänihuulet värähtelevät tasaisemmin ja ääni on laadultaan parempi.

Äänen perustaajuuden nousulla ja äänielimistön kuormittumisella on yhteys laboratoriokokeista (Södersten, Ternström & Bohman, 2005; Ternström, Södersten & Bohman, 2002),

työpäivänaikaisista lukunäytteistä (Laukkanen & Kankare, 2006; Laukkanen ym., 2008) ja todellisista opetustilanteista (Rantala, 2000; Rantala ym., 2002) saatujen tulosten mukaan. Opettajien F_0 nousi *aamupäivän oppitunnilla* alkutunnin 233 Hz:stä lopputunnilla 234 Hz:iin (Rantala, 2000). *Iltapäivän oppitunnilla* opettajien F_0 oli kauttaaltaan korkeampi kuin aamupäivällä: oppitunnin alussa F_0 oli 240 Hz ja se nousi 1 Hz lopputunnilla. Rantalan ym. (2002) mukaan opettajien äänen perustaajuus oli *viimeisellä oppitunnilla* noin jopa 10 Hz korkeampi kuin *ensimmäisellä oppitunnilla*.

Myös *lukupäivä* saadun tuloksen perusteella opettajien äänen perustaajuus nousee iltapäivällä äänen kuormittumisen jälkeen (Laukkanen ym., 2008). Peruskoulun naisopettajien ($N=79$) äänen perustaajuus oli aamulla *ei-voimistetussa luennassa* 191 Hz ja iltapäivällä 196 Hz. *Voimistetussa luennassa* F_0 oli aamulla 208 Hz ja iltapäivällä 214 Hz. Miesopettajilla, jotka kokivat äänioireita useasti ($N=10$), F_0 nousi *ei-voimistetussa luennassa* aamun 102 Hz:stä iltapäivällä 5 Hz (Laukkanen & Kankare, 2006). Niillä miesopettajilla, joilla äänioireita oli vain muutama ajoittain ($N=12$), F_0 oli aamun luennassa 101 Hz ja arvo nousi jopa 12 Hz iltapäivällä. *Voimistetussa luennassa* useammin äänioireita kokevien miesten F_0 oli aamulla 125 Hz ja iltapäivällä 11 Hz korkeampi. Harvemmin äänioireita kokevilla taas F_0 oli aamulla 128 Hz ja iltapäivällä 138 Hz. Tulosten mukaan sekä naisopettajien että miesopettajien äänen perustaajuudet nousivat iltapäivää kohden äänen rasittuessa (Laukkanen & Kankare, 2006; Laukkanen ym., 2008). Äänen perustaajuus kohosi myös riippumatta siitä, miten usein henkilö koki äänioireita (Laukkanen & Kankare, 2006).

Äänen perustaajuuden on havaittu nousevan myös ilman äänielimistön kuormittumista (Artkoski, Tommila & Laukkanen, 2002). Naistutkimushenkilöiden tuli välttää äänen kuormittamista ja fyysistä rasitusta koko työpäivänsä ajan. Ennen työpäivää naisten F_0 oli 178 Hz mutta iltapäivällä työpäivän jälkeen se nousi 180 Hz:iin, vaikka ääntä ei kuormitettu päivän aikana. F_0 :n muutos oli kuitenkin pieni eikä perustaajuuden voitu sanoa varsinaisesti nousseen.

2.2 Opettajan äänenpainetaso

Opettajat käyttävät työpäivän aikana paljon voimistettua ääntä (Sala & Rantala, 2012). Noin 25 % opettajista puhuu voimistetulla äänellä ja noin 15 % kovalla äänellä työpäivänsä aikana. *Äänen perustaajuuden nousun* lisäksi *äänepainetason nousu* aiheuttaa rasitusta äänihuulille (Boone ym., 2010, 45). Pitkään jatkuneena se voi aiheuttaa limakalvoille ärsytystä ja turvotusta (Colton, Casper

& Leonard, 2006, 86–87). Ääni voi käheytyä ja väsyä (Ferreira ym., 2010) sekä kuulostaa puristeiselta ja karhealta (Södersten ym., 2005).

Äänenpainetaso (sound pressure level, SPL) on kuultavissa äänenvoimakkuutena (Laukkanen & Leino, 2001, 40–41). Sen mittayksikkönä käytetään desibeliä (dB). Naisopettajien SPL vaihteli *opetuksen aikana* 52 dB:n ja 77 dB:n välillä metrin päästä mitattuna ja 62 dB:n ja 87 dB:n välillä 30 cm:n päästä mitattuna Salan ja Rantalan (2012) tutkimuksessa. Miesten SPL oli opetuksessa 60 dB:n ja 74 dB:n välillä metrin päästä ja 70–84 dB 30 cm:n päästä mitattuna.

Lukunäytteistä mitattujen arvojen perusteella opettajien äänenpainetaso nousee, kuten äänen perustaajuuskin, kun ääntä rasitetaan (Laukkanen & Kankare, 2006; Laukkanen ym., 2008). Naisopettajien (N=77) SPL nousi *ei-voimistetussa luennassa* aamusta iltapäivään mentäessä 1 dB:n ($p=0,036$) (Laukkanen ym., 2008). Miehillä, jotka kokivat äänioireita useammin, SPL nousi myös 1 dB:n *ei-voimistetussa luennassa*: SPL oli aamulla 79 dB ja iltapäivällä 80 dB (Laukkanen & Kankare, 2006). *Voimistetussa luennassa* heidän SPL olivat aamulla 86 dB ja iltapäivällä taas 1 dB:n korkeampi. Äänenpainetaso oli aamulla *ei-voimistetussa luennassa* 82 dB ja iltapäivällä 84 dB niillä, joilla oli äänioireita vain muutama ajoittain. *Voimistetussa luennassa* heidän arvot nousivat aamusta (91dB) iltapäivään yhden desibelin.

Äänen kuormittumisen yhteys äänenpainetason nousuun näkyi siis sekä naisten että miesten lukunäytteissä (Laukkanen & Kankare, 2006; Laukkanen ym., 2008). Vaikka nousu näkyi työpäivän jälkeen mitatuista lukunäytteistä, oppitunnin aikana mitatuissa arvoissa opettajien äänenpainetason ei havaittu nousevan tilastollisesti merkitsevästi (Rantala ym., 2002).

3 KOULULUOKKA ÄÄNI- JA ÄÄNENKÄYTTÖYMPÄRISTÖNÄ

Kouluissa tietotekniikkateknologian yleistyessä painotetaan yhä enemmän sosiaalista vuorovaikutusta ja oppilaiden osallistavaa toimintaa oppimisympäristön suunnittelussa (Häkkinen, Juntunen & Laakkonen, 2011). Luentotyypisistä opetuksesta ollaan siirtymässä vuorovaikutteista oppijakeskeistä oppimistapaa korostavaan opetukseen (Sala & Rantala, 2012), jossa aidoissa luokka- ja kouluympäristöissä sovelletaan uutta teknologiaa ja hyödynnetään oppilaslähtöisiä työtapoja (Harju, 2014). Vuorovaikutteisuutta korostavassa tavassa oppilaat ovat ryhmissä ympäri luokkaa ja opettaja kiertää ryhmien luona (Sala & Rantala, 2012). Ryhmätyöskentely aiheuttaa

puheesta, liikkumisesta, tavaroiden siirtelystä ja kalusteiden käsittelystä johtuvaa melua, joka on ääniergonominen riskitekijä opettajalle. Se vaikuttaa myös oppilaiden työskentelyyn. Melua lisää lisäksi koulurakennuksen sisältä muista tiloista tuleva melu, LVIS-laitteet ja liikenteestä sekä koulurakennuksen ulkopuolelta tulevat äänet (Shield & Dockrell, 2003).

3.1 Taustamelu

Tutkimuksissa käytetään yleisesti koulujen melusta puhuttaessa termiä taustamelu (*background noise*). Käytän myös tässä tutkimuksessani samaa termiä kuvaamaan oppilaiden tuottamaa ääntä (liikehdintä, puhe ym.) ja luokassa esiintyvää muuta ääntä (mukaan lukien LVIS-laitteet, tietotekniikka, käytävämelu).

Meluksi luokitellaan äänet, jotka haittaavat sen vaikutuspiirissä olevia henkilöitä (Sala ym., 2009, 16) ja jotka ihminen kokee ei-toivottuna ja epämiellyttävänä tai jotka ovat muulla tavoin terveydelle haitallisia (Jauhiainen, Vuorinen & Heinonen-Guzejev, 2007). Melu vaarantaa kommunikaatiota ja aiheuttaa toimintarajoitteita (Starck & Teräsvirta, 2009, 8). Luokahuoneen sisä- tai ulkopuolelta ja käytävästä tai viereisistä luokista tulevaa ihmisen toiminnasta, liikkumisesta tai puheesta syntyvää ääntä kutsutaan *aktiivimeluksi* (*activity noise*) (Sala, Holmqvist, Rantala, Hakala & Jónsdóttir, 2013). *Taustameluksi* kutsutaan häiriöääntä, joka heikentää erityisesti merkityksellisten äänien kuuluvuutta (Pekkarinen & Viljanen, 1991). Luokkatiloissa taustamelua lisää esimerkiksi liian pitkä jälkikaiunta-aika (Sala ym., 2013). Liian lyhyt jälkikaiunta-aika taas ei tue puhujan äänen kantavuutta, jolloin hän joutuu voimistamaan ääntään. Jos taustamelu ylittää 40 dB, ihminen alkaa voimistaa ääntään (Lane & Tranel, 1971).

Koululuokan taustamelu koostuu kolmesta eri tekijästä: koulun ulkopuolelta tulevasta äänestä, koulurakennuksen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmästä ja projektoreista sekä oppilaista itsestään (Woolner & Hall, 2010). Melun määrä muuttuu sen mukaan, minkälaista toimintaa tilassa harjoitetaan (Shield & Dockrell, 2004), kuinka paljon oppilaita on (Shield ja Dockrell, 2003) ja kuinka vanhoja he ovat (Picard & Bradley, 2001). Tärkein melunlähde kouluympäristössä on kuitenkin ihmisten toiminta (Sala ym., 2013).

Taustamelun häiritsevyys riippuu melun taajuusjakaumasta ja melun tyypistä (Heinonen-Guzejev ym., 2012). Taustameluista hankalimmaksi on luokiteltu toisen ihmisen tuottama taustapuhe. On

myös todettu, että pitkäaikainen melualtistus luokkahuoneessa tai liikenteen aiheuttama melualtistus lapsen kasvu- ja oppimisympäristössä voi heikentää puheen tunnistamista, vaikka melua ei enää olisi kuuntelutilanteessa (Hygge, 2002). Melu voi muuttaa kuuloaistin avulla vastaanotettujen tietojen käsittelyä aivoissa, jolloin puheen kuuleminen, erottaminen ja ymmärtäminen heikkenevät (Brattico, Kujala & Tervaniemi, 2005). On todettu, että pitkään melulle altistuneet lapset erottelevat kuulonsa avulla heikommin puheäänteiden vaihdoksia (Hygge, 2002).

Melun häiritsevyyttä tai kuulovaurion riskiä arvioitaessa käytetään usein A-painotusta tasaisen taustahälyn tai melun mittaamiseksi (Krokstad & Laukli, 2008). A-painotuskäyrän äänitaso vaihtelee taajuuden mukaan ja pyrkii korvan kaltaiseen havainnointiin. A-painotettu äänitaso ilmoitetaan yksikkönä dB (A) mutta nykyään käytetään yleensä vain desibeliä, sillä käsitteellä tarkoitetaan nimenomaan A-painotusta.

Tyhjän luokkahuoneen taustamelutasoksi on mitattu 23–61 dB (A) erilaisista tutkimuksista (Celik & Karabiber, 2000; Hay, 1995; Hodgson, Rempel & Kennedy, 1999; Moodley, 1989; Shield & Dockrell, 2003). Keskimäärin tyhjän luokkahuoneen taustamelutaso on 45–47 dB (Shield & Dockrell, 2003) mutta jo oppilaiden hiljainen läsnäolo lisää melua (MacKenzie, 2000). Oppilaiden läsnäolo lisää taustamelua etenkin akustisesti käsittelemättömässä luokkahuoneessa: taustamelutaso oli 47 dB käsitellyssä huoneessa ja 56 dB käsittelemättömässä huoneessa (Picard & Bradley, 2001).

Toiminnanaikaisia melutasoja on mitattu luokkahuoneissa melko vähän. Taulukkoon 1 on koottu tutkimustuloksia luokkien toiminnanaikaisista taustamelutasoista. Keskimääräisesti koululuokan taustamelutaso on peruskoululaisista lukiolaisiin 65 dB (A) (Hay, 1995; Moodley, 1989). WHO:n suositus luokkahuoneiden taustamelutasolle on 35 dB (A) (ASHA, 1995), jotta taattaisiin melulle alttiiden toimintojen sujuminen. Niitä ovat keskeytyksetön puhe, informaation tehokas erottelu ja viestien onnistunut välittäminen (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999, 43).

Taulukko 1. Luokan toiminnanaikaisen taustamelutason suuruus

Tutkijat	Taustamelutaso (dB)
Picard & Bradley (2001)	42–94
Shield & Dockrell (2003)	56–77
Wålinder, Gunnarsson, Runeson & Smedje (2007)	59–87

Luokan aktiivimelun määrä vaihteli tutkimuksissa 42 dB:stä ylöspäin (Larsen & Blair, 2008; Oberdöster & Tiesler, 2006; Sala ym., 2013) (Taulukko 2). Aktiivimelusta on tehty kuitenkin vain muutamia tutkimuksia, eivätkä ne ole verrattavissa toisiinsa, sillä tutkittavien luokkien määrä on ollut pieni ja mittausaika lyhyt. Lisäksi mittausmenetelmät ovat vaihdelleet.

Taulukko 2. Aktiivimelun määrä oppitunnin aikana

Tutkijat	Aktiivimelun määrä (dB)
Oberdöster & Tiesler (2006)	59–70, 95 % ajasta 52–61
Larsen & Blair (2008)	58–64
Sala ym. (2013)	10 % ajasta 68 tai korkeampi, 50 % ajasta yli 55 ja 90 % ajasta 42 tai korkeampi

3.1.1 Taustamelun vaikutus opettajan ääneen

Opettajan puhevoimakkuuden suositus on 56–60 dB (Picard & Bradley, 2001). Jotta oppilas voi oppia, opettajan puhevoimakkuuden tulisi olla vähintään 15 dB taustamelutasoa korkeammalla tasolla (Bistafa & Bradley, 2000). Koska koulujen taustamelutaso ylittää usein WHO:n suositustason 35 dB (Hay, 1995; Moodley, 1989; Picard & Bradley, 2001; Shield & Dockrell, 2003), ja taustamelu on keskimääräisesti 65 dB (A) (Hay, 1995; Moodley, 1989), opettajan on voimistettava ääntään (Pekkarinen & Viljanen, 1991; Pirilä, 2014; Södersten ym., 2005; Ternström ym., 2002). Ihminen voimistaa tutkimusten mukaan ääntään taustamelun noustessa yli 40 dB:n niin kutsutun Lombardin-efektin takia (Arlinger, Landström, Laukli & Öhrström, 2008; Lane & Tranel, 1971; Sala ym., 2009, 39–40).

Luokan taustamelu ei vaikuta ainoastaan opettajan äänen voimistamiseen, sillä opettajat kokevat myös taustamelun itsessään häiritsevän opetustilannetta (Simberg ym., 2005). 54 % opettajista raportoi opetuksensa häiriintyvän useita kertoja viikossa taustamelun takia. Opettajat reagoivat kuitenkin yksilöllisesti taustamelun voimakkuuden muutoksiin (esim. Södersten ym., 2002) ja tyypillisimmin he voimistavat ääntään taustamelun kohotessa (Lindström ym., 2011).

Jo vuonna 1991 tehdyssä Pekkarisen ja Viljasen tutkimuksessa havaittiin taustamelun lisääntymisen nostavan opettajan käyttämää äänenvoimakkuutta. Opettajien SPL oli 67 dB ja taustamelun voimakkuus keskimäärin 40–58 dB, mutta kun *taustamelu luokassa kasvoi, opettaja voimisti ääntään*. Myös Pirilän (2013) pro gradu -tutkielmassa luokkatilanteessa opettajien SPL ja luokan taustamelu olivat vahvasti yhteydessä toisiinsa ensimmäisellä ja viimeisellä oppitunnilla, sillä *opettaja voimisti ääntään sitä enemmän, mitä enemmän luokassa oli taustamelua*. Myös muissa tutkimuksissa on havaittu äänenvoimakkuuden nousevan tasaisesti taustamelun lisääntyessä (Södersten ym., 2005, Ternström ym., 2002) (Taulukko 3).

Taulukko 3. Tutkimushenkilöiden äänen perustaajuus ja äänenpainetaso laboratoriossa taustamelun eri äänitasoissa

Tutkijat	Tutkimusasetelma	Tutkimushenkilöt	Taustamelu SPL@ 1m (dB)	Puheääni SPL@ 0.3 m (dB)	F ₀ (Hz)
Ternström ym. (2002)	Kaiuttimista todellisessa tilanteessa tallennettua taustamelua. Lukunäyte	7 naista	yli 30	77	225
			68	86	280
			70	86	283
			82	92	350
			85	90	351
Södersten ym. (2005)	Kaiuttimista todellisessa tilanteessa tallennettua taustamelua. Lukunäyte	12 naista	yli 30	75	220
			70–78	86	305
			74	86	302
			87	90	350
			78–85	yli 90	351

Taustamelu voi aiheuttaa myös opettajan *äänenkorkeuden nousun* (Lindström ym., 2011; Ternström, 2002; Södersten ym., 2005). Laboratorio-olosuhteissa opettajan *äänen perustaajuus nousi suhteessa taustamelun määrään* ja se oli yhteydessä myös äänenpainetason nousuun (Taulukko 3). Perustaajuuden vaihtelua on tutkittu myös mittaamalla opettajan F₀ aamulla lukunäytteestä ja vertaamalla sitä työpäivän aikana taustamelussa mitattuihin arvoihin (Södersten ym., 2002). Tulokset osoittivat, että opettajat käyttivät *huomattavasti korkeampaa ääntä* työpäivän aikana, *kun he puhuvat taustamelussa*.

Äänenkorkeuden eli perustaajuuden noustessa äänihuulet värähtelevät tiheämmin, ja se kertoo äänihuulten lisääntyneestä kuormituksesta (Vilkman, 2004). Äänenkorkeuden nousu taustamelun

lisääntyessä ei ole kuitenkaan täysin suoraviivaista (Lindström ym., 2011). Yksilöllinen vaihtelu on suurta. Pirilän (2013) tutkimuksessa opettajien äänen perustaajuus oli ensimmäisellä oppitunnilla 191 Hz (156–256 Hz) ja viimeisellä oppitunnilla 202 Hz (165–312 Hz). Äänen perustaajuudella ja taustamelutasolla ei ollut yhteyttä aamupäivän tunnilla, mutta viimeisellä tunnilla niillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys: *opettaja käytti korkeampaa ääntä, kun taustamelua oli enemmän.*

3.1.2 Taustamelun vaikutus oppilaaseen

Taustamelu häiritsee puheen havaitsemista lapsilla (Neuman, Wroblewski, Hajicek & Rubinstein, 2010; Ziegler, Pech-Georgel, George & Lorenci, 2011). Taustamelulla on kielteisiä vaikutuksia etenkin silloin, jos lapsella on erityinen kielellinen vaikeus (Ferguson, Hall, Riley & Moore, 2011), kuulovamma (Crandell & Smaldino, 2000) tai jos lapsi opiskelee muulla kuin äidinkielellään (Nelson, 2003).

Oppimistilanteen tärkeimpiä tekijöitä ovat keskittyminen, tarkkaavuus, muisti ja hyvä puheen erottaminen (Bistrup 2001; Hygge, Boman & Enmarker, 2003). Taustamelu häiritsee näitä toimintoja ja lisää erityisesti kuuntelun kuormittavuutta (Howard, Munro & Plack, 2010). Lähellä puhealueen taajuuksia ja rytmiä oleva taustamelu on häiritsevintä ja se on myös psyykkisesti kuormittavinta (Sala ym., 2002). Puheen erottamista haittaakin enemmän puhe kuin ei-verbaalinen häly. Esimerkiksi tieliikennemelun 55 dB (A):n äänitaso ei vaikeuta puheen erottelua kovinkaan paljon ja vielä metrin etäisyydeltä on saavutettu 95-prosenttinen lause-erotuskyky (Arlinger ym., 2008).

Eri tavoin akustoidut huoneet saattavat voimistaa epäsuotuisia ääniä tai vastaavasti vaimentaa niitä (Rasa, 2005, 7–10; Sala ym., 2013). Akustiikka voi myös vahvistaa toivottuja ääniä, kuten opettajan ääntä. On todettu, että joko liian lyhyet tai pitkät jälkikaiunta-ajat ovat epäsuotuisia opettajan puheen kuuluvuudelle ja kantavuudelle (Sala ym., 2013). Myös melutaso, joka voi olla oppilaille riittävä puheen erotteluun, saattaa kuitenkin häiritä oppilaiden keskittymistä (Shield & Dockrell, 2003; Woolner & Hall, 2010). Jo melko alhaisessakin melutasossa (40–50 dB) keskittyminen, puheen erottaminen ja oppiminen alkavat nimittäin heiketä. Kun keskittyminen herpaantuu, oppilaiden rauhattomuus lisääntyy, ja melutaso nousee edelleen.

3.2 Äänenvahvistin opetuksen apuvälineenä

Asiantuntijat suosittelevat, että äänenvahvistimen käyttöön tulisi olla mahdollisuus, mikäli taustamelu, huonetilan koko tai puhujan ääni vaativat sitä (Sala & Viljanen, 1995). Äänenvahvistinta olisi hyvä käyttää, jos riittävää taustamelun vaimentamista tai puheäänen kuulumista ei ole onnistuttu hoitamaan esimerkiksi akustoinnilla (Sala, Sihvo & Laine, 2003, 38). Royn ym. (2002) ja Bovon ym. (2013) mukaan etenkin äänihäiriöiset opettajat hyötyvät äänenvahvistimen käytöstä: opettajien subjektiiviset kokemukset kertovat äänentuoton helpottumisesta ja äänen kirkkaudesta vahvistimen käytön jälkeen. Myös Jónsdóttirin (2003) mukaan opettajat kokevat vähemmän äänen väsymisoireita äänenvahvistinta käytettäessä, ja heidän on helpompi puhua äänenvahvistimen kanssa. Myös suurin osa oppilaista pitää äänen vahvistamista hyödyllisenä.

Vaikka äänenvahvistinten valikoima lisääntyy ja joissakin luokissa on jo äänenvahvistimia, Bovon ym. (2013) mukaan tutkittua tietoa äänenvahvistimen hyödyistä on kuitenkin vain vähän, ja sekin on varsin hajanaista.

3.2.1 Äänenvahvistin

Äänenvahvistin tarkoittaa elektronista laitetta, joka vahvistaa puhujan äänen. Näin ääni kuuluu automaattisesti laajemmalle alueelle (Sala ym., 2009, 38). Äänenvahvistimia on hyvin erilaisia ja eri vaatimuksiin: kiinteitä ja paikasta toiseen siirrettäviä sekä puhujan mukana kulkevia. Koska opettajat puhuvat paljon ja opettavat erilaisissa luokkahuoneissa, heille siirrettävä äänenvahvistusjärjestelmä on usein käyttökelpoisen vaihtoehto. Mikrofonijärjestelmiin on usein valittavissa toiminto (erityisesti opettajille soveltuva), millä laite saadaan mykistettyä esimerkiksi henkilökohtaisen ohjauksen ajaksi (Jónsdóttir, 2003; Sala ym., 2009, 39).

Luokkahuoneen äänenvahvistinteknologiaa on käytetty parantamaan kuuntelu- ja oppimisympäristöä jo yli 20 vuoden ajan (Bebb, 2008). Äänenvahvistus on valittu esimerkiksi Yhdysvalloissa yhdeksi parhaista ja kustannustehokkaimmista keinoista, jolla voidaan parantaa oppilaan kuunteluolosuhteita. Kaksikymmentä vuotta sitten tehdyt kyselytutkimukset osoittivat, että opettajat arvostavat vahvistimen käytön hyötyjä (Allen, 1993). Siitä huolimatta ne opettajat, joilla on ollut mahdollisuus kokeilla vahvistinta, valitsivat todellisuudessa mieluummin muita

elektronisia laitteita (tietokone, projektorit ym.) helpottamaan opetustaan. Muutama vuosi sitten tehdyn suomalaistutkimuksen mukaan opettajien huono tuntemus äänenvahvistimista ja niiden hyödyistä näkyy edelleen (Rantala ym., 2012). Opettajat eivät kokeneet tarpeelliseksi käyttää äänenvahvistinta. Vain kuusi (15 %) opettajista ilmaisi tarvetta käyttää vahvistinta, vaikka 34 (85 %) käytti ääntänsä pitkistä etäisyyksistä ja 27 (68 %) korotti ääntänsä oppitunneilla.

Äänenvahvistimella on paljon opettajan ääneen ja oppilaisiin liittyviä myönteisiä vaikutuksia (ks. 3.2.2 Äänenvahvistimen käytön vaikutus opettajan ääneen), mutta sen käyttöön liittyy myös erilaisia haasteita (Jónsdóttir, Rantala & Laukkanen, 2015). *Äänenvahvistimen käyttäjään* liittyvät ongelmat kohdistuvat teknisiin ongelmiin, kuten tietämättömyyteen siitä, miten laitetta käytetään, ja unohduksiin sammuttaa mikrofoni yksilöohjauksen ajaksi. Äänenvahvistin saattaa aiheuttaa ongelmia myös haastavissa *tiloissa*, kuten luokissa, joissa on pitkä jälkikaiunta-aika (Jónsdóttir, 2003). Erityisesti liikuntasalit sopivat huonosti puheviestintään, sillä ne ovat usein korkeita ja kaikuisia, ja niissä harjoitellaan erilaisia ääniä tuottavia asioita samanaikaisesti (Bovo ym., 2013). *Itse äänenvahvistinlaite* voi hankaloittaa esimerkiksi vapaata liikkumista, jos vahvistimesta roikkuu johtoja. 20 % opettajista raportoi lisäksi vahvistimen hankalaksi silloin, kun sitä joutuu esimerkiksi siirtelemään luokasta toiseen (Jónsdóttir, 2003). Laite itsessään saattaa aiheuttaa äänen kiertämisen, mikäli opettaja liikkuu liian lähelle kaiuttimia suhteessa mikrofoniin (Bovo ym., 2013). Bovo ym. (2013) tutkimuksessa opettajat kuitenkin kertoivat ratkaisseensa kiertämisongelman pitämällä riittävää etäisyyttä mikrofonin ja kaiuttimen välillä ja esimerkiksi sulkevansa vahvistimen yksilöohjauksen ajaksi.

3.2.2 Äänenvahvistimen käytön vaikutus opettajan ääneen

Äänenvahvistimen käytön vaikutuksista opettajan ääneen on tehty muutamia tutkimuksia, mutta aineiston koot ovat melko pieniä ja aineiston keruutavat erilaisia. Jo 40 vuotta sitten kuitenkin todettiin, että *äänenvahvistaminen käyttö vähentää äänen kuormittumista laskemalla puhujan äänenpainetasoa* (Chang-Yit, Herbert, Pick & Siegel, 1975). Tämän jälkeen tehdyt tutkimukset ovat tukeneet tätä tietoa (Jónsdóttir, 2003; Jónsdóttir ym., 2015; Rosenberg ym., 1994; Sapienza ym., 1999). Äänenvahvistimen käyttö laskee puheen äänenpainetasoa noin 2–8 dB (Jónsdóttir, 2003; Jónsdóttir, 2015; Rosenberg ym., 1994; Sapienza ym., 1999) (Taulukko 4). Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa viiden äänenvahvistinta käyttäneen opettajan tulokset osoittivat, että äänenvahvistin laskee äänenpainetasoa sekä naisilla että miehillä tilastollisesti merkitsevästi.

Pelkille miesopettajille tehdyssä tutkimuksessa havaittiin myös, että puheen äänenpainetason lasku oli tilastollisesti merkitsevä, kun äänenvahvistinta käytettiin, ja myös äänen perustaajuuden lasku oli huomattava (Jónsdóttir ym., 2015).

Taulukko 4. Opettajan äänenvahvistimen käytön vaikutus äänenpainetasoon verrattuna tilanteeseen, että äänenvahvistinta ei käytetä

Tutkijat	Tutkimushenkilöt	Vahvistimen käyttöaika	Äänenpainetason muutos
Rosenberg ym., (1994)	20 testiluokan opettajaa, 20 kontrolliluokan opettajaa	1 oppitunnin ajan	SPL 7,52 dB matalampi
Sapienza ym., (1999)	4 naista, 6 miestä	1 oppitunnin ajan	SPL 2,42 dB matalampi
Jónsdóttir (2003)	3 naista, 2 miestä	1 päivän ajan, mittaus neljä minuuttia oppitunnin alusta, keskeltä ja lopusta	Naisten SPL 2 dB matalampi ja miesten 0,5 dB matalampi
Jónsdóttir ym. (2015)	8 miestä	1 viikon ajan, mittaus ensimmäisellä ja viimeisellä oppitunnilla samana viikonpäivänä	SPL 2 dB matalampi

Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa kuusi naista toimi lisäksi koehenkilöinä laboratoriotestissä missä oman äänen vahvistamisen puhujan korviin todettiin vaikuttavan äänenpainetasoon: SPL laski 6 dB. Tutkimuksessa naishenkilöt lukivat tekstiä samalla, kun heidän oma äänensä vahvistettiin kuulokkeisiin. Lukunäytteet osoittivat, että vahvistetun äänen kuuleminen laski äänen perustaajuutta ja äänenpainetasoa merkitsevästi. Kun auditiivinen palaute suljettiin pois korvatulpilla, F_0 ja SPL puolestaan nousivat. Tutkimuksessa vertailtiin lisäksi *työpäivän aikaisia äänenpainetason muutoksia* äänenvahvistinta käytettäessä ja tilanteissa, joissa sitä ei käytetty. Opettajien SPL oli ilman äänenvahvistinta aamupäivällä 75 dB ja iltapäivällä 76 dB. Vahvistimen kanssa opettajien SPL oli aamupäivällä 74 dB ja iltapäivällä 2 dB korkeampi. Äänenpainetaso siis nousi iltapäivää kohden molemmissa otoksissa, mutta äänenvahvistimen kanssa nousu oli tilastollisesti merkitsevä.

Tämä tulos on yhteneväinen pelkiltä miesopettajilta saatuihin arvoihin (Jónsdóttir ym., 2015). Miesten SPL nimittäin nousi iltaapäivää kohden enemmän silloin, kun äänenvahvistin oli käytössä.

Äänenvahvistin *laskee* äänenpainetason lisäksi *puhujan äänen perustaajuutta* (Taulukko 5). Naisten F_0 oli luokkatilanteessa *ilman äänenvahvistinta* 284 Hz ja *äänenvahvistinta käyttäessä* 276 Hz (Jónsdóttir, 2003). Miehet puhuivat *ilman äänenvahvistinta* 146 Hz:n korkeudelta ja 135 Hz:n korkeudelta, kun he *käyttivät vahvistinta*. Äänen perustaajuuksien laskut olivat tilastollisesti merkitsevät kummallakin ryhmällä. Miesten F_0 :n lasku ei ollut kuitenkaan näin suuri isommalla otannalla tehdyssä Jónsdóttirin ym. (2015) tutkimuksessa (ks. Taulukko 5). F_0 nousi kuitenkin työpäivän aikana enemmän opettajan *käyttäessä vahvistinta* kuin silloin, kun hän *ei käyttänyt*. F_0 oli silti systemaattisesti alempi kuin F_0 silloin, kun opettajalla *ei ollut vahvistinta*. Laboratorioolosuhteissa naisopettajien F_0 laski 3 Hz, kun opettaja luki tekstiä siten, että puhujan korviin vahvistettiin hänen oma äänensä.

Taulukko 5. Opettajan äänenvahvistimen käytön vaikutus äänen perustaajuuteen verrattuna tilanteeseen, että äänenvahvistinta ei käytetä

Tutkijat	Tutkimushenkilöt	Vahvistimen käyttöaika	Perustaajuuden muutos
Jónsdóttir (2003)	3 naista, 2 miestä	1 päivän ajan, mittaus neljä minuuttia oppitunnin alusta, keskeltä ja lopusta	F_0 naisilla 8 Hz matalampi ja miehillä 11 Hz matalampi
Jónsdóttir ym. (2015)	8 miestä	1 viikon ajan, mittaus ensimmäisellä ja viimeisellä oppitunnilla samana viikonpäivänä	F_0 5 Hz matalampi

Työpäivän aikainen äänen perustaajuuden muutos viittasi Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa siihen, että äänen perustaajuus nousee iltaapäivää kohden sekä *äänenvahvistinta käyttäessä* että silloin, kun *sitä ei käytetä*. Opettajien F_0 oli ensimmäisellä oppitunnilla 227 Hz ja viimeisellä oppitunnilla 231 Hz *ilman äänenvahvistinta*. *Äänenvahvistimen kanssa* opettajan F_0 oli ensimmäisellä tunnilla 213 Hz ja viimeisellä 225 Hz. Vaikka vahvistimen kanssa perustaajuuden nousu oli huomattavasti suurempi (12 Hz), äänen perustaajuus oli kauttaaltaan kuitenkin alhaisempi ja äänentuotto täten myös taloudellisempi äänenvahvistimen kanssa.

Myös opettajat itse ovat havainneet hyötyvänsä äänenvahvistimen käytöstä, sillä he ovat raportoineet äänenvahvistimen käytön vähentävän äänen väsymystä ja äänioireita (Bovo ym., 2013; Gilman & Dancer, 1989; Jónsdóttir 2003; Rosenberg ym., 1994; Roy ym., 2002; Sarff, 1981). Opettajien oli helpompi puhua äänenvahvistimen kanssa, ääni kesti pidempään, ja äänioireet vähenivät (ks. esim. Jónsdóttir ym., 2015) (Taulukko 6). Opettajien mielestä luokkahuoneessa oli myös vähemmän hälinää, ja oppilaat kiinnittivät enemmän huomiota opetukseen. Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa opettajien äänenlaatu oli kuulohavainnon mukaan merkitsevästi parempi silloin, kun opettaja käytti äänenvahvistinta. Puheterapeuttien tekemän GRBAS-skaala-arvioinnin mukaan äänenlaatu oli tällöin pehmeämpi ja tasaisempi, karheutta ja katkeilua oli vähemmän, ääni oli vahvemman oloinen, ja se kesti paremmin. Opettajan äänessä ei ollut myöskään havaittavissa niin paljoa puristeisuutta tai äänikatkoksia.

Bovon ym. (2013) tutkimuksessa kuusi kahdestakymmenestä koeryhmän opettajasta koki äänenvahvistimen hyväksi välineeksi ja kahdeksan kahdestakymmenestä erittäin hyväksi välineeksi äänioireiden vähentämiseen. VHI-arvot paranivat koeryhmällä kolmen kuukauden äänenvahvistimen käytön jälkeen tilastollisesti merkitsevästi, kun taas kontrolliryhmällä arvot eivät muuttuneet. Kuulohavaintona tehdyt arviot äänestä olivat kolmen kuukauden jälkeen koeryhmällä myös tilastollisesti merkitsevät, mutta kontrolliryhmällä eivät. Bovon ym. (2013) mukaan äänenvahvistimen käytöstä hyötyivät erityisesti ne opettajat, joilla on heikko ääni tai jotka ovat alttiita ääniongelmille. Tällöin äänenvahvistin on edullinen ja tehokas keino äänihäiriöiden ehkäisyyn.

Taulukko 6. Äänenvahvistimen käytön vaikutukset ja äänioireisiin ja äänen akustisiin piirteisiin

Tutkijat	Tutkimushenkilöt	Vahvistimen käyttöaika	Äänioireiden ja akustisten piirteiden muutokset
Roy ym., (2002)	15 naista	kannettava äänenvahvistin muutaman viikon ajan	Jitter-, shimmer- ja VHI (Voice Handicap index)-arvot paranivat
Jónsdóttir (2003)	3 naista, 2 miestä	1 päivän ajan	Useita myönteisiä kokemuksia
Bovo ym. (2013)	20 koe- ja 20 kontrolliryhmässä	äänenvahvistin 3kk:n ajan koeryhmällä, kontrolliryhmällä ei lainkaan	Äänioireet vähenivät ja VHI-pisteet paranivat merkitsevästi
Jónsdóttir ym. (2015)	8 miestä	1 viikon ajan	Useita myönteisiä kokemuksia

3.2.3 Äänenvahvistimen käytön vaikutus oppilaisiin ja taustameluun

Lasten oppimistuloksiin vaikuttaa se, miten hyvin he kuulevat opettajaansa (Ross & Levitt, 2002). Dahlquist (1998) arvioi, että 75 % koulupäivästä on kuuntelua. Oppilaat voivat saavuttaa korkeamman taitotason, kun he kuulevat selvästi, eikä heidän tarvitse väsyttää korviaan ja arvailla, mitä opettaja sanoo. Utahissa tutkittiin 4.-5.-luokkalaisten koulusuoriutumista silloin, kun opettaja käytti äänenvahvistinta. Tutkimuksessa todettiin, että *äänenvahvistinta käyttävän luokan oppilaat pärjäsivät 10–15 % paremmin* osavaltion yleisessä kielellisiä ja matemaattisia taitoja testaavassa testissä kuin ne oppilaat, joiden luokassa ei ollut vahvistinta (McMarty & Ure, 2003). Myös Cheliuksen (2004) tutkimuksen mukaan lapset suoriutuivat 35 % paremmin varhaisten kielellisten taitojen testissä ja 21 % paremmin lukutaitoa mittaavassa testissä kuin ne oppilaat, joiden luokassa ei ollut äänenvahvistinta.

Vaikka sähköinen äänenvahvistus luokahuoneessa selvästikin parantaa oppilaiden oppimistuloksia, *äänenvahvistimen käytön vaikutuksia luokkien taustamelun muutoksiin ja määriin* ei ole tekemieni kirjallisuushakujen perusteella tutkittu. Tutkimustuloksia ei ole esimerkiksi siitä, lisääntyykö luokan taustamelu äänenvahvistinta käytettäessä, alkavatko oppilaat meluamaan kuuntelemisen helpottuessa vai keskittyvätkö he entistä paremmin kuuntelemaan. Jónsdóttirin (2003) oppilaille

tekemässä kyselyssä puolet oppilaista kuitenkin ilmoitti, että luokassa oli vähemmän melua silloin, kun opettaja käytti äänenvahvistinta eikä opettajan tarvinnut toistaa asioita niin montaa kertaa. Oppituntia oli tällöin heidän mielestään helpompi seurata.

Kaikki oppilaat eivät koe opettajan äänenvahvistimen käyttöä silti yksimielisesti myönteisenä asiana. Jónsdóttir ym. (2015) raportoivat, että 28 % oppilaista koki äänenvahvistimen liian äänekkääksi ja Jónsdóttir (2003), että kolmasosan mielestä vahvistin tuotti kohtuuttoman ison äänen. Oppilaat kokivat opettajan vahvistetun äänen myös väsyttäväksi (Jónsdóttir ym., 2015) ja ärsyttäväksi (Jónsdóttir, 2003). Ongelmatilanteita esiintyi lisäksi sen takia, että opettaja ei osannut käyttää vahvistinta, ja että hän unohti sammuttaa sen esimerkiksi yksilöohjauksen ajaksi. Jónsdóttirin (2003) tutkimuksen mukaan opettajien mielestä oppilaat olivat kuitenkin rennompia ja käyttäytyivät paremmin, kun opettaja käytti äänenvahvistinta. He myös ymmärsivät ohjeet paremmin, vastasivat nopeammin ja edistyivät tehokkaammin. Lisäksi kertaamista tarvittiin vähemmän.

Vaikka äänen sähköinen vahvistaminen parantaa oppilaiden kuulemista ja helpottaa opettajan äänenkäyttöä, huomiota pitäisi kiinnittää sekä siihen, että laitteisto soveltuu tilaan, jossa sitä käytetään, sekä siihen, että opettajia opastetaan laitteen käyttöön riittävästi. Tällöin vahvistimen hyödyt tulevat parhaalla mahdollisella tavalla hyödynnettäviksi.

4 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimukset ovat osoittaneet, että koulut ovat meluisia työympäristöjä (ks. esim. Picard & Bradley, 2001; Shield & Dockrell, 2003), ja opettajilla on paljon ääniongelmia (Ilomäki ym., 2009). Äänenvahvistin auttaa opettajia käyttämään ääntään taloudellisemmin (Jónsdóttir, 2003; Jónsdóttir ym., 2015). Opettajat eivät joudu tällöin toistamaan asioita niin usein, eivätkä korottamaan ääntään (Jónsdóttir, 2003). Lisäksi oppilaiden oppituntien seuraaminen helpottuu ja oppimistulokset paranevat (McMarty & Ure, 2003).

Tutkimuksia äänenvahvistimen käytöstä on tehty kuitenkin vähän ja pienillä tutkimushenkilömäärillä (ks. Bovo ym., 2013). Myöskään Suomessa ei ole tutkittu tätä asiaa aikaisemmin, eikä tiedetä miten äänenvahvistin vaikuttaa oppilaiden tuottaman taustamelutason määrään, kun opettaja käyttää äänenvahvistinta.

Tutkimukseni tavoitteena oli selvittää, miten opetuksessa käytettävä äänenvahvistinlaite muokkaa opettajan äänenkäyttöä ja vaikuttaako äänenvahvistimen käyttö opetustilanteen aikaiseen meluun. Tutkimuksessa selvitettiin lisäksi, minkälaiseksi oppilaat kokevat opetuksen seuraamisen äänenvahvistinta käytettäessä verrattuna siihen, kun äänenvahvistinta ei käytetä.

Tutkimuskysymykseni tässä tutkimuksessa olivat:

1 Onko opettajan äänenkäyttö erilaista, kun hän käyttää äänenvahvistinta verrattuna siihen, että hän puhuu ilman vahvistinta?

1.1 Onko äänenpainetasossa eroa?

1.2 Onko äänen perustaajuudessa eroa?

1.3 Muuttuvatko äänenpainetaso ja perustaajuus eri tavoin työpäivän aikana?

1.4 Onko opettajan äänituntemuksissa eroa?

2 Vaikuttaako äänenvahvistimen käyttö opetuksen aikaiseen melutasoon?

3 Miten äänenvahvistimen käyttö koetaan?

3.1 Minkälainen on opettajan kokemus?

3.2 Minkälainen on oppilaiden kokemus?

5 MENETELMÄT

5.1 Tutkimushenkilöt

Tutkimushenkilöt olivat Kangasalan lukion ja Pikkolan yläkoulun opettajia ja oppilaita. Naisopettajia oli aineistossani 12 ja miesopettajia kahdeksan. Oppilaiden analysoitava aineisto koostui 73 oppilaan vastauksista.

Opettajat rekrytoitiin tutkimukseen siten, että koulujen rehtoreille lähetettiin sähköpostitse tietoa tutkimuksesta, kun koulun opettajia pyydettiin mukaan tutkimukseen. Rehtoreiden suostumuksesta koulujen opettajille lähetettiin sähköpostin kautta viesti tutkimuksesta ja sen tavoitteista. Tutkimuksesta kiinnostuneet opettajat ilmoittautuivat tutkimukseen henkilökohtaisesti sähköpostin välityksellä. Tutkimukseen osallistumisen poissulkukriteereinä olivat vieras kieli äidinkielenä ja kuulokojeen käyttöä vaativa kuulovamma. Tutkimukseen osallistuminen estyi myös, mikäli opettaja tupakoi säännöllisesti. Sen sijaan esimerkiksi toiminnallinen äänihäiriö, diagnosoidut äänihuulikyhyt tai pienet limakalvomuutokset eivät estäneet osallistumista tutkimukseen. Opettajat allekirjoittivat suostumuksensa tutkimukseen (Liite I) ennen sen aloittamista.

Opettajien iän keskiarvo oli 41,8 vuotta (26–55v.). Suurimmalla osalla opettajista oli työvuosia takana yli 15 vuotta (Taulukko 7). Opettajien pitämien oppituntien kestot vaihtelivat 45 minuutin ja 75 minuutin välillä ja opetettavien tuntien määrä kahden ja seitsemän tunnin välillä. Opetettavia aineita olivat äidinkieli, vieraat kielet (saksa, ruotsi, englanti, espanja, italia), matemaattis-luonnontieteelliset aineet (matematiikka, fysiikka, kemia, biologia, maantieto), taito- ja taideaineet (kotitalous, käsityö, ilmaisutaito, musiikki) sekä liikunta, uskonto, psykologia ja tietotekniikka. Luokahuoneiden koot olivat 58 m²–89 m².

Taulukko 7. Opettajien työvuosien jakautuminen

Työvuosien määrä	Opettajien määrä (N=20)
yli 15 vuotta	7
11–15 vuotta	3
6–10 vuotta	5
1–5 vuotta	5

Kaikki opettajat olivat suomenkielisiä, eikä heistä kukaan polttanut tupakkaa. Kaksi opettajaa koki kuulonsa heikentyneen (N2 ja N8), ja loput 18 mielsivät kuulonsa normaaliksi. Tutkimushenkilöistä 11 ei ollut saanut äänikoulutusta lainkaan, seitsemän muutaman luennon ja vain kaksi yli viiden kerran luentosarjan. Äänioirekyselyn mukaan yksi opettaja koki äänioireita päivittäin ja seitsemän viikoittain. Kaksi tutkimushenkilöistä arvioi äänioireita esiintyvän kuukausittain, kahdeksan harvemmin kuin kuukausittain ja kaksi ei ollenkaan. Kuusi tutkimushenkilöistä oli käyttänyt äänenvahvistinta opetuksessaan aikaisemmin: kaksi heistä käytti äänenvahvistinta päivittäin ja neljä viikoittain. Tutkimushenkilöistä suurin osa (14 opettajaa) ei ollut käyttänyt äänenvahvistinta työssään aikaisemmin.

Tutkimuksessa oli tarkoitus saada tallennettua aineistoa yhteensä 20 opettajalta, mutta nauhoituslaitteiden teknisistä vioista johtuen kolmen opettajan äänitallennukset epäonnistuivat. Nauhoitettua aineistoa saatiin täten 17 opettajalta. Kyselykaavakkein toteutettua aineistoa oli 20 opettajalta. Lisäksi seitsemän tutkimukseen osallistuneesta opettajasta tehti oppilasryhmällään kyselyn opettajan äänenvahvistimen käytön kokemuksista. Näistä kyselyistä valittiin satunnaistamalla 73 oppilaan kaavakkeet analyysiin.

5.2 Aineiston keruu

Aineisto kerättiin kultakin tutkittavalta kahtena eri työpäivänä. Toisena päivänä opettajat käyttivät äänenvahvistinta, mutta toisena eivät. Äänentallennus tehtiin näinä kahtena päivänä ääniakkumulaattorilla (tuotemerkki VoxLog, jatkossa kutsun laitetta tuotemerkin mukaan) vuoden 2014 kevään ja syksyn aikana. Kaulalle tuleva VoxLog-äänitallennuslaite mittaa puheen äänenpainetasoa (SPL), äänen perustaajuutta (F_0) ja taustamelun äänitasoa (SPL). VoxLogiin kuuluu kevyt kaulan ympärille tulevaa panta, joka ei häiritse puhumista tai työskentelyä, ja vyötäröllä pidettävä akku sekä kovalevy. VoxLogin pinnan toisessa päässä on akselometri, joka mittaa äänenpainetasoa ja perustaajuutta. Toisessa päässä mikrofoni, joka mittaa taustamelun äänitasoa. Laitetta ja sen käyttöä on kuvattu tarkemmin Lindströmin, Lin & Wayen (2009) artikkelissa.

Tutkimuksessa oli käytössä neljä eri vahvistinta: kaksi kannettavaa (VOISTA Ruby c-10 ja MIPRO MA-101a) ja kaksi kiinteää äänenvahvistinta (Shure BLX1 Wireless Transmitter ja Sennheiser XS Wireless).

Laitteiden käyttö opastettiin opettajalle ennen niiden käyttöönottoa. Samalla opettajalle annettiin tutkimuspäivien aikana täytettävät kaavakkeet (Liite II–VI). Opettaja sai lisäksi kirjalliset ohjeet laitteiden käytöstä (Liite VII–VIII). Mittauspäiväksi valittiin opettajan tyypillistä työpäivää edustavat päivät, mitkä tulivat olla rakenteeltaan samanlaiset. Opettaja käynnisti VoxLogin aloittaessaan työpäivän ja sammutti sen iltapäivällä opetuksen loppuessa. Äänenvahvistinta käyttäessään opettaja käynnisti vahvistimen oppitunnin alussa ja sulki sen aina oppitunnin päätyttyä. Tallennetut päivät olivat samoina viikonpäivinä mutta eri viikoilla. Tallennuspäivillä oli korkeintaan kolme viikkoa väliä.

Äänitallennusten lisäksi opettajien äänenkäyttöön liittyviä asioita kartoitettiin kyselykaavakkeiden avulla. Ääni- ja kurkkutuntemuksia (Liite IV) kysyttiin aamulla ennen tuntien alkua ja tuntien päätyttyä. Tutkittavat täyttivät kyselyt molempina tutkimuspäivinä. Tutkittavat arvioivat myös työpäivän jälkeen, muun muassa miten heidän äänensä oli kestänyt ja olivatko oppilaat melunneet ja/tai jaksaneet kuunnella opettajan opetusta (Liitteet V–VI).

Kyselyillä tiedusteltiin myös oppilaiden kokemuksia siitä, millaista oli seurata opetusta ja miten opettajan ääni kuului. Oppilaat vastasivat kyselyyn, kun opettaja käytti vahvistinta (Liite X) ja kun opettaja ei käyttänyt vahvistinta (Liite IX). Opettajien kaavakkeet ja oppilaiden kysely toteutettiin osittain VAS-janan avulla ja valmiiksi asetetuilla vastausvaihtoehdoilla (kyllä–ei). VAS-jana (Visual Analogue Scale) on 100 millimetriä pitkä jana, jonka vasemmassa päässä on 0 (ei lainkaan kysyttyä asiaa) ja oikeassa päässä 100 (aina/paljon).

5.3 Aineiston analysointi

Jokaisen opettajan äänitallennukset jaoteltiin hänen kirjoittamansa päiväkirjan kulun mukaisesti. Analyysiin hyväksyttiin vain oppitunneilla tallennettua aineistoa. Opettajainhuoneessa käytyjen keskustelujen tai hyppytuntien aikana tallentunutta aineistoa ei otettu käsiteltäväksi. VoxLogin mittaamat tutkittavat muuttujat olivat äänen perustaajuus (F_0), puheen äänenpainetaso (SPL) ja taustamelun äänenpainetaso (SPL) (ks. Taulukko 8). VoxLogin tallentamat mittaukset purettiin laitteen omalla VoxLog Discovery -ohjelmalla.

Taulukko 8. Tutkimuksessa käytettyjen muuttujien lyhenteet ja niiden selitykset

Lyhenne	Selitys
EF ₀	Opettajan äänen perustaajuus ilman vahvistinta opettaessa
VF ₀	Opettajan äänen perustaajuus vahvistimen kanssa opettaessa
ESPL	Opettajan äänenpainetaso ilman vahvistinta opettaessa
VSPL	Opettajan äänenpainetaso vahvistimen kanssa opettaessa
EMEL	Luokan taustamelutaso silloin, kun opettaja ei käytä vahvistinta
VMEL	Luokan taustamelutaso silloin, kun opettaja käyttää vahvistinta

Opettajat pitivät oppitunteja kahdesta seitsemään tuntia päivässä. Koska haluttiin tutkia opettajan äänen päivän aikaista muutosta, oppitunnit jaettiin aamupäivän (8.00–11.15) ja iltapäivän tunneiksi (11.15–16.10). Opettajilta valittiin mahdollisimman vertailukelpoiset tunnit analyysiin. Jos he pitivät esimerkiksi viisi oppituntia päivässä, analyysiin valittiin ensimmäinen ja viimeinen oppitunti. Mikäli oppitunteja oli vain muutama, analyysiin valittiin tunnit, joiden välillä oli vähintään kaksi tuntia. Yhdellä tutkittavalla opettajalla oli opetusta vain iltapäivällä. Hänen aineistonsa jätettiin aamu- ja iltapäivämuutosanalyysin ulkopuolelle.

Kyselykaavakkeet analysoitiin mittaamalla VAS-janojen arvot millimetreinä ja laskemalla niistä keskiarvot. VAS-janojen erotus kuvasi tapahtunutta muutosta. Käytän tulososiossa VAS-arvoista termiä *VAS-pisteet*.

5.4 Tilastollinen analysointi

Aineiston tilastollinen analysointi tehtiin IBM SPSS Statistics (versio 21) -ohjelman avulla. Tarkastelemilleni nais- ja miesopettajien äänien perustaajuuksille (EF₀ ja VF₀, ks. lyhenteet Taulukko 8) tehtiin nonparametrinen testaus Wilcoxon signed rank -testillä. Kaikkien opettajien muuttujista normaalisti jakautuneille muuttujille (VSPL ja EMEL) käytettiin Studentin t-testiä ja ei-normaalisti jakautuneille muuttujille (ESPL ja VMEL) käytettiin Wilcoxon signed rank -testiä. Päivän aikainen opettajan äänen perustaajuuden ja äänenpainetason muutos laskettiin vähentämällä iltapäivän arvosta aamupäivän arvo. Ryhmien välisiä eroja F₀:sta ja SPL:n muutoksista työpäivän aikana verrattiin Wilcoxon signed rank -testillä, sillä jakaumat eivät olleet normaalisti jakautuneita.

Opettajien VAS-janoin teetetyt subjektiiviset äänituntemukset ja kokemukset äänenvahvistimen käytöstä eivät noudattaneet normaalijakaumaa, joten niiden tilastollinen analyysi tehtiin Wilcoxon

signed rank -testillä. Oppilaiden VAS-janojen vastaukset analysointiin Studentin t-testillä ja VAS-pisteiden muutoksia vertailtiin toisiinsa.

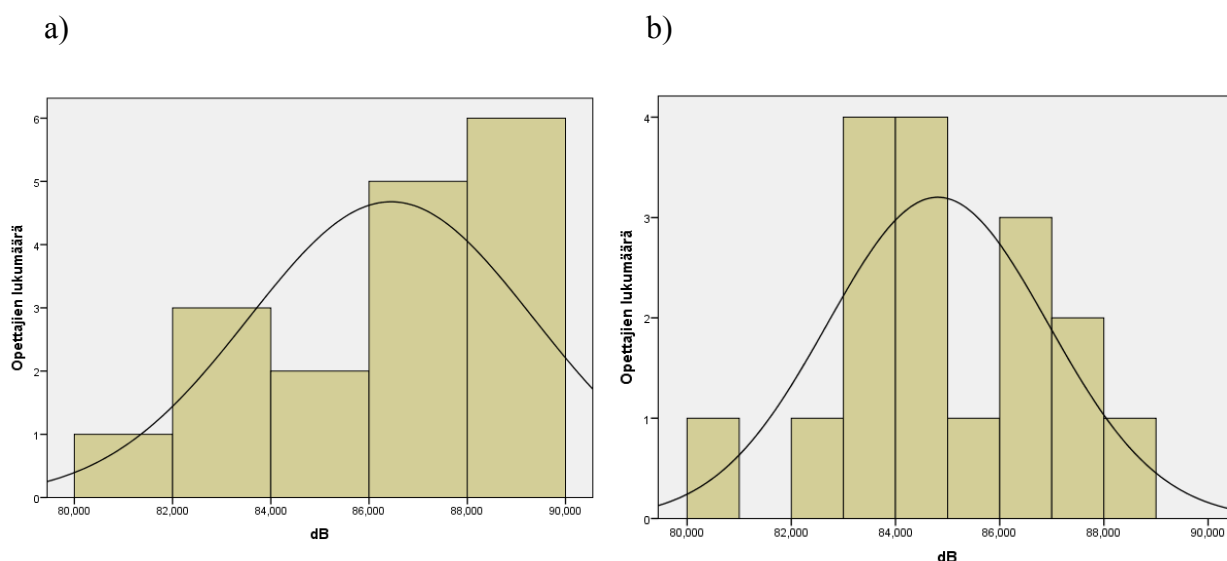
Opettajien (Liitteet IV–VI) ja oppilaiden (Liitteet X ja XI) täyttämien kaavakkeiden VAS-janojen arvot laskettiin millimetreinä molempina päivinä. VAS-janojen erotus kuvasi tapahtunutta muutosta henkilöiden tuntemuksissa ja kokemuksissa. Tulososiossa VAS-arvoista käytetään termiä *VAS-pisteet* ja *VAS-pisteiden muutokset*. VAS-janoilla mitatun muutoksen katsottiin olevan merkityksellinen, jos alku- ja loppumittauksen välinen erotus oli +/- 9 millimetriä tai enemmän (ks. esim. Simberg ym., 2004).

6 TULOKSET

6.1 OPETTAJAN ÄÄNENPAINETASO (SPL) JA ÄÄNEN PERUSTAAJUUS (F_0) OPETUKSESSA

6.1.1 Äänenvahvistimen käytön vaikutus puheen äänenpainetasoon ja äänen perustaaajuuteen

Tutkittavien opettajien puheen äänenpainetaso (SPL) oli oppitunneilla yhden työpäivän aikana *ilman äänenvahvistinta* 87 dB (vaihteluväli 80–90 dB) ja *äänenvahvistimen kanssa* 84 dB (vaihteluväli 80–89 dB). Äänenvahvistimesta aiheutuva SPL:n lasku oli tilastollisesti merkitsevä ($Z=-2,059$; $p=0,039$). Myös opettajien äänen SPL:n jakaumassa tuli esille äänenvahvistimen vaikutus (Kuva 1): *ilman äänenvahvistinta* 35 % opettajista (6 opettajaa) puhui yli 88 dB:n voimakkuudella (Kuva 1a), kun taas *äänenvahvistimen kanssa* heidän äänenpainetasonsa jakaantuvat tasaisemmin (Kuva 1b), eivätkä opettajat voimistaneet ääntään niin paljoa.



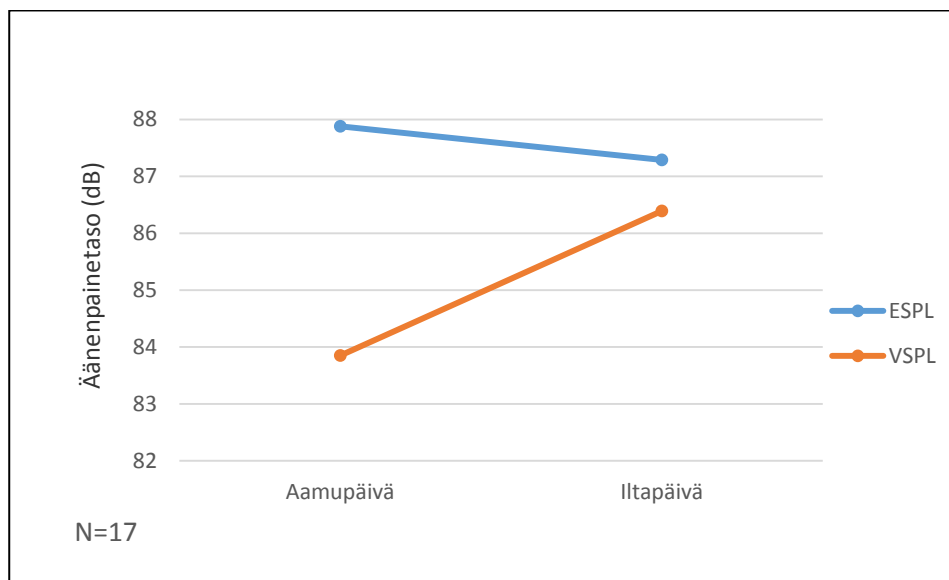
Kuva 1. Opettajien (N=17) äänenpainetaso a) ilman vahvistinta ja b) vahvistimen kanssa

Suurimmat yksittäiset *ilman äänenvahvistinta* saadut puheen äänenpainetasot olivat aineistossani musiikki- (91 dB), kotitalous- (90 dB) ja liikuntatunnilla (92 dB). Korkeita äänenpainetasoja mitattiin myös yksittäisiltä tunneilta, kun opettaja *käytti äänenvahvistinta*: ruotsintunnilta 91 dB, äidinkielen tunnilta 93 dB ja liikuntatunnilta 94 dB.

Miesopettajien äänen perustaajuus (F_0) oli oppitunneilla 116 Hz (vaihteluväli 98–141 Hz) *ilman äänenvahvistinta* ja *vahvistimen kanssa* yhden hertsin korkeampi (vaihteluväli 87–123 Hz). Naisopettajien F_0 oli matalampi, kun he *käyttivät äänenvahvistinta*. Naisopettajien F_0 oli *ilman äänenvahvistinta* opettaessa 237 Hz (217–265 Hz) ja *äänenvahvistinta käyttäessä* 217 Hz (184–249 Hz) ($t=4,080$; $p=0,004$).

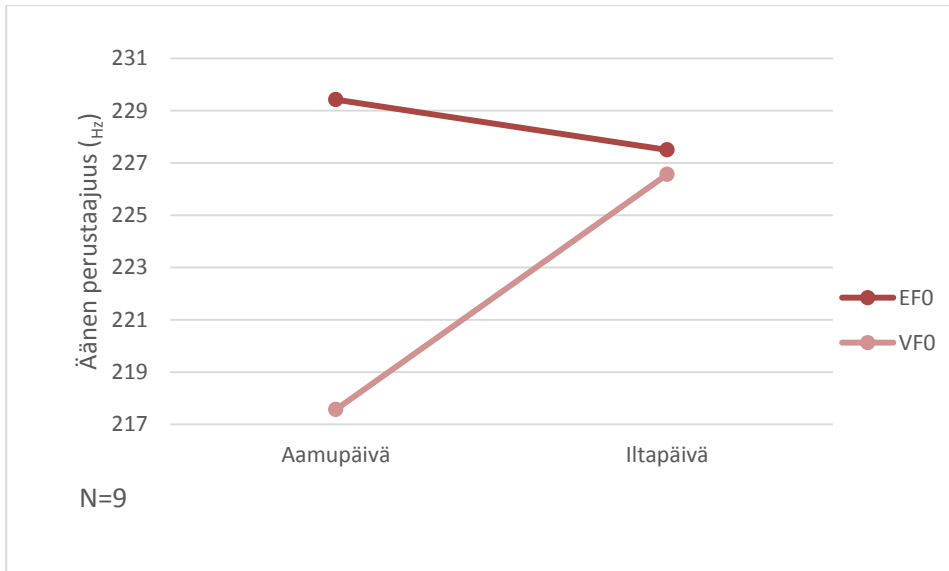
6.1.2 Äänenpainetason ja äänen perustaajuuden muutos aamu- ja iltapäivällä työpäivän aikana

Kaikkien opettajien SPL ja naisopettajien F_0 noudattivat samankaltaista linjaa, kun aamupäivän arvoja verrattiin iltapäivän arvoihin. Kun *äänenvahvistin ei ollut käytössä*, kaikkien opettajien SPL oli aamupäivällä 88 dB ja yhden desibelin matalampi iltapäivällä (Kuva 2). *Äänenvahvistinta käyttäessä* kaikkien opettajien SPL oli aamupäivällä 84 dB ja iltapäivällä 86 dB. Äänenpainetasojen ero ilman äänenvahvistinta ja sen kanssa oli tilastollisesti melkein merkitsevä ($t=-1,966$; $p=0,068$). Opettajien SPL muuttui päivän aikana myös eri tavalla silloin, kun he käyttivät äänenvahvistinta verrattuna tilanteeseen, jossa he eivät käyttäneet sitä. Päivän aikainen äänenpainetason muutos oli nimittäin tilastollisesti merkitsevästi erilainen eri tutkimustilanteissa (vahvistin käytössä/vahvistin ei käytössä) koko opettajaryhmällä ($Z=-2,223$; $p=0,026$).



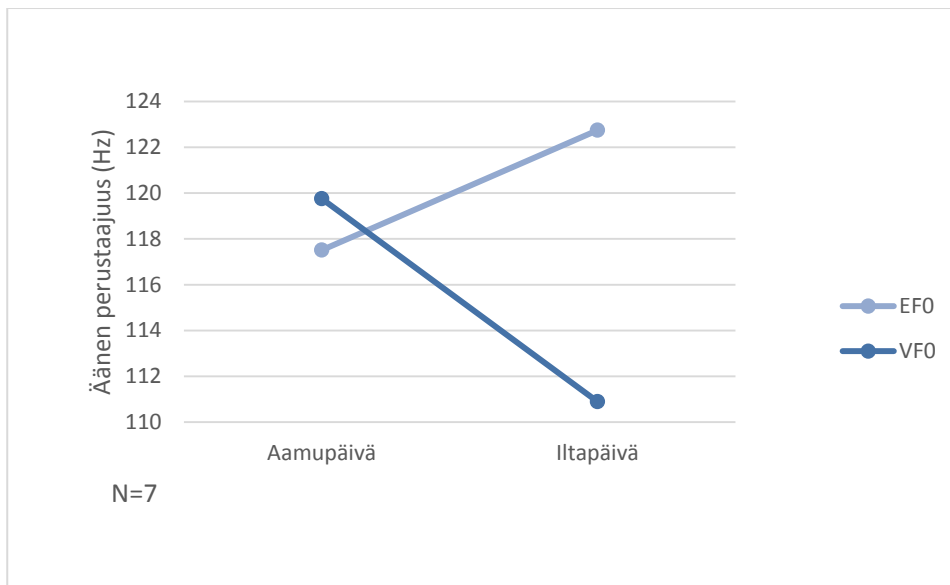
Kuva 2. Opettajien äänenpainetaso aamu- ja iltapäivällä ilman vahvistinta (ESPL) ja vahvistimen kanssa (VSPL)

Naisopettajien F_0 oli aamupäivällä 229 Hz, kun he opettivat *ilman äänenvahvistinta* ja iltapäivällä yhden hertsin matalampi (Kuva 3). Kun naisopettajat opettivat *äänenvahvistimen kanssa*, heidän F_0 oli kauttaaltaan matalampi eli aamupäivällä 218 Hz ja iltapäivällä 227 Hz. Kumpikaan muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 3. Naisopettajien äänen perustaajuus aamu- ja iltapäivällä ilman vahvistinta (EF_0) ja vahvistimen kanssa (VF_0)

Kun *äänenvahvistin ei ollut käytössä*, miesopettajien F_0 oli aamupäivällä 118 Hz ja viisi hertsiä korkeampi iltapäivällä (Kuva 4). Kun *äänenvahvistinta käytettiin*, miesopettajien F_0 oli aamupäivällä 120 Hz ja iltapäivällä 111 Hz. Päivän aikainen äänenkorkeuden muutos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevästi erilainen eri tutkimustilanteissa (vahvistin käytössä/vahvistin ei käytössä). Myöskään koko ryhmän (naiset ja miehet) F_0 ei muuttunut ($Z=-0,259$; $0,564$) tilastollisesti merkitsevästi kummassakaan tutkimustilanteessa.

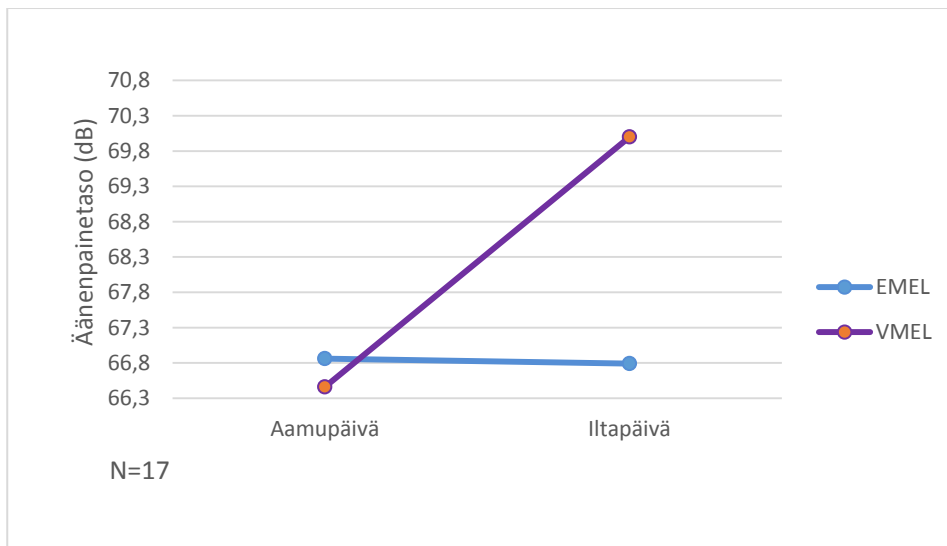


Kuva 4. Miesopettajien äänen perustaaajuus aamu- ja iltapäivällä ilman vahvistinta (EF_0) ja vahvistimen kanssa (VF_0)

6.2 TAUSTAMELUN ÄÄNENPAINETASO (SPL)

6.2.1 Äänenvahvistimen käytön yhteys luokan taustamelun tasoon ja taustamelun muutos työpäivän aikana

Päivän aikainen luokahuoneiden taustamelutaso (SPL) opetustilanteissa oli 67 dB (59–86 dB), kun opettaja *ei käyttänyt vahvistinta*, ja 2 dB korkeampi opettajan *käyttäessä äänenvahvistinta* (vaihteluväli 60–85 dB). Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Aamupäivän melutaso ei muuttunut myöskään iltapäivään mentäessä. Luokahuoneiden SPL oli aamupäivän (vaihteluväli 57–84 dB) ja iltapäivän (vaihteluväli 60–88 dB) oppitunneilla samansuuruinen, 67 dB, kun *äänenvahvistin ei ollut käytössä* (Kuva 5). Kun *äänenvahvistinta käytettiin*, luokkien taustamelutaso oli aamupäivän oppitunnilla 66 dB (vaihteluväli 59–83 dB) ja iltapäivällä noin 4 dB korkeampi (70 dB) (vaihteluväli 57–88 dB). Opettajan äänenvahvistimen käyttö ei muuttanut taustamelutasoa millään tavalla verrattuna tilanteeseen, että opettajat eivät käyttäneet vahvistinta.



Kuva 5. Luokkahuoneiden taustamelutason muutos koulupäivän aikana ilman vahvistinta (EMEL) ja vahvistimen kanssa (VMEL)

6.3. ÄÄNENVAHVISTIMEN KÄYTTÖKOKEMUKSET JA -TUNTEMUKSET

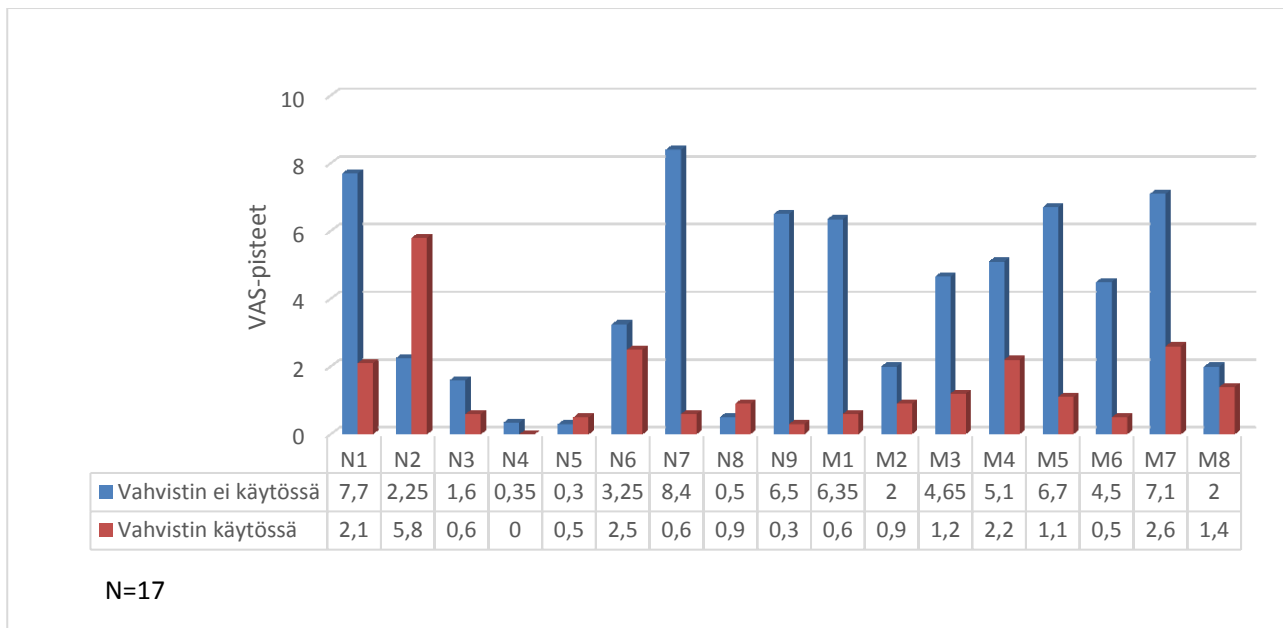
6.3.1 Opettajien kokemukset äänenvahvistimen käytöstä

Opettajat totesivat äänenvahvistimen käytön olleen melko yksimielisesti myönteinen kokemus. He arvioivat, että he eivät joudu voimistamaan ääntään niin paljoa, kun he *käyttävät vahvistinta* ($Z=-3,386$; $p=0,001$) (Taulukko 9). Tällöin myös äänentuotto tuntui helpommalta ($Z=-2,628$; $p=0,009$) eivätkä opettajat joutuneet toistamaan asioita niin usein ($Z=-2,534$; $p=0,011$).

Taulukko 9. Opettajien kokemukset äänenvahvistimen käytöstä

	Äänenvahvistin ei käytössä	Vahvistin käytössä	Muutos	Z-arvo	p-arvo
Äänen voimistaminen	5,9	1,8	4,1	-3,386	0,001
Äänen kestäminen	4,5	0,9	3,6	-2,959	0,003
Äänentuoton helppous	3,9	2,1	1,8	-2,628	0,009
Oppilaiden aiheuttama melu	4,95	4,7	0,2	-1,302	0,193
Oppilaiden kuuleminen	4	2,25	1,75	-2,405	0,016
Toistamisen määrä	4,6	2	2,5	-2,534	0,011

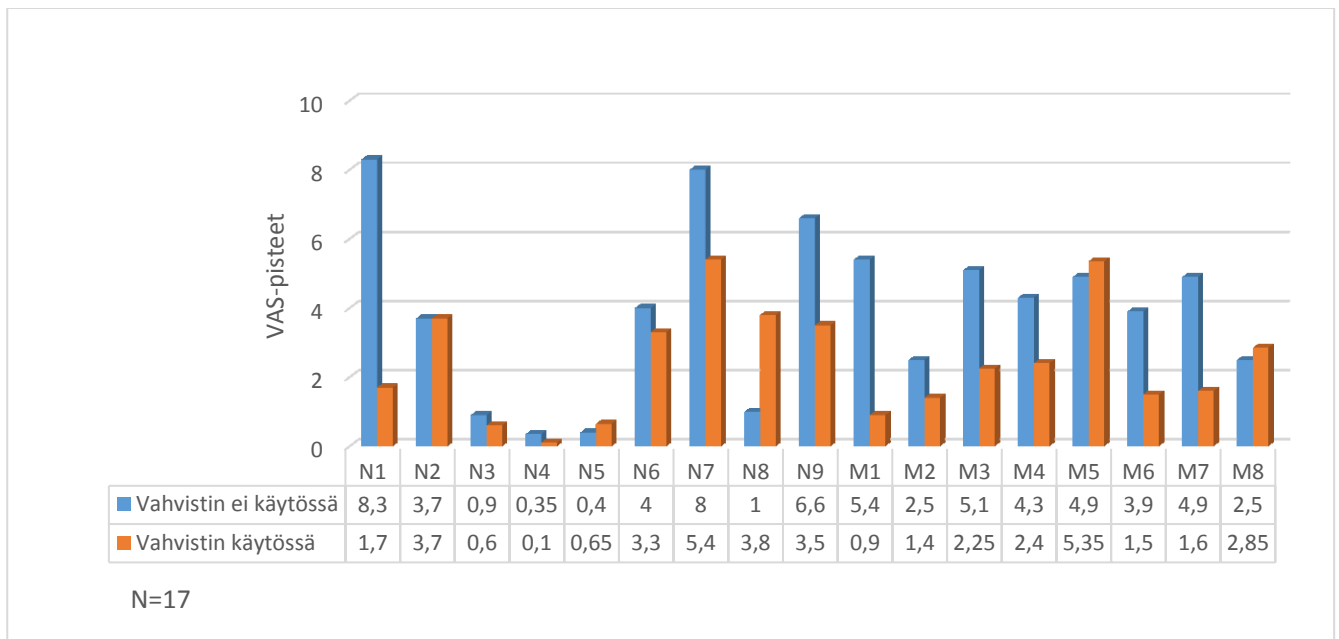
Opettajat kokivat myös, että heidän äänensä kestää työpäivän ajan paremmin silloin, kun he opettavat *äänenvahvistimen kanssa* (Kuva 6). Tutkimushenkilöillä N1, N7, N9, M1 ja M5 äänenvahvistin tuki äänen kestämistä erittäin paljon, sillä VAS-pisteiden ero silloin, kun äänenvahvistinta käytettiin ja kun sitä ei käytetty, oli yli 5,6 pistettä (vaihteluväli 5,6–7,8 pistettä). Yhdeksällä tutkimushenkilöllä (N3, N4, N6, M2, M3, M4, M6, M7 ja M8) muutos ei ollut näin suurta, mutta hekin havaitsivat äänenvahvistimen vaikuttavan myönteisesti äänensä kestämiseen (vaihteluväli 0,35–4,5 pistettä). Tutkittavista kolme (N2, N5, N8) arvioi äänensä kestävän huonommin *äänenvahvistimen kanssa* (vaihteluväli 0,2–3,55 pistettä).



Kuva 6. Opettajien tuntemukset äänen kestämisestä työpäivän aikana (Liite V, kysymys nro.2).

0=hyvin, 10=huonosti

Opettajat ilmoittivat, että oppilaat kuulivat heidän puheensa paremmin, kun he käyttivät *äänenvahvistinta* ($Z=-2,405$; $p=0,016$) (Kuva 7). Ainoastaan neljä tutkimushenkilöistä (N5, N8, M5 ja M8) oli merkinnyt oppilaiden kuulevan äänensä huonommin, kun he opettivat *äänenvahvistimen kanssa* (vaihteluväli 0,3–2,8 pistettä). Suurimman hyödyn äänenvahvistimen käytön vaikutuksesta äänensä kuulumiseen koki tutkimushenkilö N1. Hänen arvio omasta äänestään muuttui jopa 6,6 pistettä.



Kuva 7. Opettajien tuntemukset siitä miten oppilaat kuulevat heitä (Liite V, kysymys nro.5). 0=erittäin hyvin, 10=erittäin huonosti

Opettajien arvioissa oppilaiden tuottaman taustamelun määrässä ei ollut merkittävää muutosta, kun *äänenvahvistinta* käytettiin. Neljä opettajista arvioi oppilaiden tuottaman melun lisääntyvän oppituntien aikana ja 12 sen vähentyvän, kun opetuksessa käytettiin vahvistinta. Yhden tutkimushenkilön mukaan taustamelun määrä pysyi täysin muuttumattomana.

6.3.2 Opettajien subjektiivisten äänituntemusten muutokset tutkimuspäivien aikana

Opettajien subjektiiviset äänituntemukset huononivat silloin, kun opettajat *eivät käyttäneet* *äänenvahvistinta*. Arvojen huononeminen oli *ilman* *äänenvahvistinta* tilastollisesti merkitsevä, mutta kun opettaja *käytti* *äänenvahvistinta*, yksikään arvo ei muuttunut työpäivän aikana tilastollisesti merkitsevästi (ks. Liite XI Taulukko 10). Opettajien äänentuoton arvion (helppous vs. työläys) muutos erosi *äänenvahvistimen kanssa opettaessa* enimmillään vain 0,9 VAS-pistettä ja *ilman* *äänenvahvistinta* jopa 3,2 VAS-pistettä.

Opettajat kokivat äänentuotonsa vaikeutuvan (muutos 1,6 VAS-pistettä) ($Z=-2,439$; $p=0,015$) ja äänenlaatunsa huononevan (muutos 1,5 VAS-pistettä) ($Z=-2,509$; $p=0,012$) iltapäivään mentäessä sellaisena työpäivänä, jolloin he opettivat *ilman* *äänenvahvistinta* (ks. Liite XI Taulukko 10). Opettajien mielestä äänen kuuluville saaminen oli vaikeampaa (muutos 0,7 VAS-pistettä) ($Z=-2,889$, $p=0,004$) ja rykimisen tarve lisääntyi (muutos 1,5 VAS-pistettä) ($Z=-1,298$; $p=0,028$)

iltapäivään mentäessä *ilman vahvistinta*. Opettajien ääni myös väsyi enemmän (muutos 2,9 VAS-pistettä) ($Z=-3,339$; $p=0,001$), ja kurkussa oli enemmän kipua, jännitystä ja palantunnetta (muutos 3,2 VAS-pistettä) ($Z=-3,197$; $p=0,001$), kun he opettivat *ilman äänenvahvistinta*. Opettajat eivät kuitenkaan kokeneet näin tapahtuvan silloin, kun he *käyttivät äänenvahvistinta* opettaessaan.

6.3.3 Oppilaiden kokemukset äänenvahvistimen käytöstä

Oppilaiden vastausten mukaan opettajaa oli helpompi kuulla ($t=-0,5661$; $p=0,000$), kun opettaja *käytti äänenvahvistinta* (ks. Liite XII Taulukko 11) verrattuna siihen, että opettaja *ei käyttänyt vahvistinta*. 45 % oppilaista oli sitä mieltä, että opettajan olisi hyvä käyttää äänenvahvistinta opetuksessa koko ajan, ja 53 % oppilasta koki, että äänenvahvistin helpottaa opetuksen seuraamista. Oppilaat myös arvioivat, että he eivät joudu keskittymään kuunteluun yhtä tarkasti opettajan *käyttäessä vahvistinta* (muutos 0,9 VAS-pistettä) verrattuna tilanteeseen *ilman vahvistinta* ($t=-0,4386$; $p=0,000$). Opettaja ei joutunut oppilaiden mielestä myöskään korottamaan ääntään niin usein, kun hän opetti *äänenvahvistimen kanssa* (muutos 1,0 VAS-pistettä) ($t=-0,3312$; $p=0,001$), vaikka oppilaat eivät arvioineet luokan hälinän määrän vähentyvän.

7 POHDINTA

7.1 Tutkimustulosten pohdinta

Kangasalan lukiossa ja yläkoulussa toteutettu tutkimus kartoitti äänenvahvistimen käytön vaikutuksia opetustilanteessa. Tutkimuksessa selvitettiin, muuttaako opettajan äänenvahvistimen käyttö opetustilanteessa opettajan äänenkäyttöä ja luokkien taustamelutasoa. Lisäksi kartoitettiin, minkälaiseksi opettajat ja oppilaat kokevat äänenvahvistimen käytön.

7.1.1 Äänenvahvistimen vaikutus opettajan ääneen

Tutkimuksessani opettajien äänenvoimakkuus ja naisopettajien äänenkorkeus laski silloin, kun opettaja *käytti äänenvahvistinta*. Opettajien äänenvahvistimen käyttökokemukset olivat myönteiset, ja myös oppilaiden tuntemukset tukivat saatuja tuloksia.

Tulosteni mukaan opettajien äänenvoimakkuus oli melko korkea opetustilanteissa ja opettajat joutuivat voimistamaan ääntään. Pirilän (2013) tutkimuksessa samalla mittauslaitteella saadut arvot silloin, kun opettaja opetti *ilman äänenvahvistinta*, olivat kuitenkin mittaamiani arvoja noin 5 dB matalampia työpäivän aikana. Tutkimuksessani opettajien äänenvoimakkuus laski, kun he *käyttivät äänenvahvistinta*. Opettajien SPL oli 3 dB matalampi silloin, kun he opettivat *äänenvahvistimen kanssa*. Tulokseni vastaavat aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia, joiden mukaan äänenvahvistin laskee puhujan äänenvoimakkuutta (Jónsdóttir, 2003; Jónsdóttir ym., 2015; Sapienza ym., 1999; Rosenberg ym. 1994). Sapienzan ym. (1999) tutkimuksessa äänenvahvistimen käyttö alensi puhujan äänenvoimakkuutta 2 dB ja Rosenbergillä ym. (1994) 8 dB. Jónsdóttirilla (2003) lasku oli naisilla 2 dB ja miehillä 0,5 dB.

Äänenvoimakkuuden lasku kertoo, että opettajat käyttivät ääntään taloudellisemmin *äänenvahvistimen kanssa* opettaessaan. Äänenkäytön muuttumisesta taloudellisemmaksi kertoo myös opettajien ääni- ja kurkkuoireiden vähentyminen silloin, kun he *opettivat äänenvahvistimella*. Ryhmätasolla he puhuivatkin pääsääntöisesti matalammalla äänellä ja vain harva voimisti ääntään korkeimpiin lukemiin (yli 80 dB). Tutkimukseni 3 dB muutos oli kuitenkin varsin pieni mutta opettajan äänielimistön kuormittumisen vähentymiselle tällä muutoksella voi olla suuri merkitys.

Vaikka opettajat puhuivat matalammalla äänellä, kun he käyttivät äänenvahvistinta, heidän äänenvoimakkuutensa nousi iltapäivään mennessä *äänenvahvistinta käyttäessä*. Nousua ei havaittu työpäivän aikana silloin, kun opettaja *ei käyttänyt äänenvahvistinta*, kuten ei myöskään Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa. *Ilman äänenvahvistinta* opettajat käyttivätkin koko päivän ajan suhteessa voimakkaampaa ääntä, jolloin voimakkuus oli koko päivän ajan korkea ja kuormitus tasainen. Kun opettajat opettivat *äänenvahvistimen kanssa*, he pystyivät tuottamaan ääntä taloudellisemmin aamupäivällä, jolloin äänen äänielimistö todennäköisesti rasittui vähemmän. Tällöin päivän aikainen äänenkäytön vaikutus alkoi näkyä äänenvoimakkuuden nousuna vasta iltapäivällä.

Yksittäiset suurimmat opettajien äänenvoimakkuudet mitattiin *ilman äänenvahvistinta* opettaessa musiikki- (91 dB), kotitalous- (90 dB), liikunta- (92 dB) ja äidinkielen- (92 dB). Suurimmat *äänenvahvistimen kanssa* saadut opettajien puheen äänenvoimakkuudet mitattiin myös äidinkielen- (93 dB) ja liikuntatunnilla (94 dB) mutta myös ruotsintunnilla (91 dB). Arvot olivat jopa 10 dB suuremmat kuin opettajien äänenvoimakkuudet keskimäärin opetustilanteessa. Myös Salan ja Rantalan (2012) tutkimuksen mukaan liikunta- ja taideaineiden opetuksen aikana opettajien ääni kuormittui eniten. Varsinkin taideaineiden opettajilla on raportoitu olevan runsaasti ääniongelmia ja kolmasosan heistä kärsivän äänihäiriöistä (Charn & Mok, 2012). Tehdyistä tutkimuksista poikkeaa kuitenkin se, että aineistossani mitattiin korkeita lukemia liikunta- ja taideaineiden lisäksi myös kielissä. Tämä tarkoittaa, että opettajat joutuivat voimistamaan ääntään hyvin erilaisilla tunneilla, jolloin ääniongelmia voitaisiin todeta yhtä paljon myös muilla kuin taito- ja taideaineiden opettajilla.

Vaikka opettajien äänenvoimakkuus oli keskimäärin pienempi, kun opettajat *käyttivät äänenvahvistinta*, niin kuitenkin suurin aineistossani esiintynyt äänenpainetaso (94 dB) mitattiin silloin, kun opettaja käytti äänenvahvistinta. Syynä tähän voi olla opetettavan tunnin (liikunta) aikana tehdyt harjoitukset ja pelatut pelit, jolloin opettaja on joutunut ohjeistamaan tai kannustamaan oppilaita voimakkaalla äänellä, vaikka äänenvahvistin oli käytössä. Rantalan (2000) tutkimuksessa opettajien suurin mitattu äänenpainetaso oli 96 dB. Rantalan mukaan syy voimakkaan äänen käyttämiseen liittyy tilanteen taustameluun, jonka johdosta opettaja on joutunut voimistamaan ääntään.

On todettu, että opettajat käyttävät työssään noin 10 Hz korkeampaa ääntä kuin vapaa-ajalla (Hunter & Titze, 2010). Naisopettajien äänenkorkeus on opetuksessa keskimäärin 225 Hz ja miesopettajien 130 Hz (Sala & Rantala, 2012). Äänenvahvistimen käyttö työssä laskee kuitenkin opettajan

äänenkorkeutta (Jónsdóttir, 2003; Jónsdóttir ym., 2015). Tutkimuksessani naisopettajien päivän aikainen äänenkorkeus oli opetustilanteessa *äänenvahvistimen kanssa 217 Hz ja ilman äänenvahvistinta* 20 Hz korkeampi. Vaikka äänenkorkeuden todettiin laskevan *äänenvahvistimen avulla*, kuten Jónsdóttirin (2003) aineistossa, Jónsdóttirin islantilaisilta naisopettajilta saadut arvot olivat keskimäärin 50 Hz korkeampia kuin tutkimuksessani: naisopettajien puhekorkeus oli *ilman vahvistinta* 284 Hz ja *vahvistimen kanssa* 276 Hz. Ero johtuu mahdollisesti kulttuurieroista. Roinisen (2006) tutkimuksessa islantilaisten keskimääräinen puhekorkeus arvioitiin korkeammaksi suomalaisiin tutkimushenkilöihin verrattuna kuulohavaintoarvion perusteella. Suomalaisille naisopettajille tehdyissä tutkimuksissa opettajien äänenkorkeus kuitenkin mukaili tutkimukseni naisopettajien arvoja (Pirilä, 2013; Rantala, 2000).

Tutkimukseni mukaan naisopettajien äänenkorkeuden aamupäivän arvo laski vain 1 Hz iltapäivällä, kun *äänenvahvistinta ei käytetty*. Tulos ei mukaillut aikaisempia tutkimustuloksia: Esimerkiksi Pirilän (2013) tutkimuksessa opettajien äänenkorkeus nousi työpäivän aikana, kuten muissakin ilman äänenvahvistinta tehdyissä tutkimuksissa on todettu (esim. Laukkanen ym., 2008; Rantala, 2000). *Äänenvahvistinta käyttäessä* tutkittavien naisopettajieni äänenkorkeus oli kauttaaltaan matalampi kuin *ilman äänenvahvistinta*, ja se nousi aamupäivästä iltapäivään 9 Hz. Tämä tulos vastasi Jónsdóttirin (2003) viideltä tutkimushenkilöltä saatuja puhekorkeuden arvoja, jotka nousivat tilastollisesti merkitsevästi *äänenvahvistinta käyttäessä* työpäivän aikana. Silloin kun *äänenvahvistinta ei käytetty*, äänenkorkeus ei noussut iltapäivään mentäessä. Tutkittavien opettajieni äänenkorkeus ei noussut *ilman äänenvahvistinta* opettaessa todennäköisesti sen takia, että he olivat käyttäneet jo kauttaaltaan korkeampaa ääntä päivän alusta lähtien, jolloin he eivät enää voimistaneet ääntään iltapäivällä.

Äänenvahvistin ei vaikuttanut tutkimukseni mukaan miesopettajien äänenkorkeuteen. Muissa eri tavoin ja erikokoisin otannoin toteutetuissa tutkimuksissa miesten äänenkorkeuden on sen sijaan todettu laskevan äänenvahvistinta käytettäessä (Jónsdóttir, 2003; Jónsdóttir ym., 2015). Esimerkiksi Jónsdóttirin ym. (2015) tutkimuksessa miesopettajien (N=8) äänenkorkeus laski 5 Hz silloin, kun opettaja *käytti äänenvahvistinta*. Aineistossani kaikilla niillä miehillä, joiden äänenkorkeus oli yli 105 Hz, äänenkorkeus laski, kun he *käyttivät äänenvahvistinta*. Ne miehet, joiden puhekorkeus oli varsin matala eli alle 105 Hz, eivät enää laskeneet puhekorkeuttaan *äänenvahvistinta käyttäessään*. Ehkäpä miesopettajat käyttivät tällöin jo äänialansa matalimpia sävelkorkeuksia, jolloin heidän äänensä ei voinut madaltua enempää. Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa olleen kahden miesopettajan äänenkorkeus oli *ilman vahvistinta* selvästi korkeampi (146 Hz), minkä vuoksi

näiden miesten äänenkorkeus pystyi laskemaan niinkin paljon kuin 11 Hz, kun he *käyttivät äänenvahvistinta*. Muutokseen on kuitenkin suhtauduttava varauksella, sillä otoskoko sekä omassa tutkimuksessani että Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa oli pieni.

Tutkittavien miesopettajien äänenkorkeus ei muuttunut myöskään päivän aikana ryhmätasolla silloin, kun *äänenvahvistinta* käytettiin. Miesopettajien äänenkorkeus oli 5 Hz korkeampi aamupäivällä kuin iltapäivällä, kun *äänenvahvistinta ei käytetty*. Kun *äänenvahvistinta* käytettiin, äänenkorkeus laski 9 Hz iltapäivään mentäessä. Muutokset olivat kuitenkin pieniä, eivätkä ne olleet täysin samansuuntaisia kuin aiemmin miesopettajille tehdyssä tutkimuksessa (Jónsdóttir ym. 2015). Jónsdóttirin ym. (2015) tutkimuksen kahdeksan miesopettajan äänenkorkeus nousi iltapäivällä 14 Hz *ilman äänenvahvistinta* ja jopa 19 Hz *äänenvahvistimen kanssa* opettaessa.

Tutkimuksessani opettajat kokivat paljon ääni- ja kurkkutuntemuksia iltapäivään mentäessä opettaessaan *ilman äänenvahvistinta*. Heidän äänenvoimakkuus ja -korkeus eivät kuitenkaan huonontuneet samassa suhteessa. Toisaalta voi olla, että nämä rasittumisesta ja kuormittumisesta aiheutuvat tuntemusten muutokset eivät ole edes mitattavissa äänenvoimakkuuden ja -korkeuden muutoksina. Tutkimusten mukaan kuitenkin äänenkorkeus nousee äänen kuormittumisen yhteydessä ja työpäivän aikana (Hunter & Titze, 2010; Jónsdóttir ym., 2002; Laukkanen ym., 2008; Lehto ym., 2008; Rantala, 2000; Stemple ym., 1995; Södersten ym., 2002).

Tutkittavieni opettajien äänenkorkeuden muuttumattomuus työpäivän aikana johtui todennäköisesti siitä, että opettajat olivat käyttäneet jo päivän ensimmäisellä oppitunnilla esimerkiksi heille ominaisempaa äänen perustaajuutta (Stemple ym., 1995), eikä taustamelu ollut muokannut vielä heidän äänenkäyttöään. Yksi syy tulosten erilaisuuteen voi johtua myös tutkimusasetelmien ja -ääninäytteiden erilaisuudesta. Toisaalta voi myös olla niin, että vaikka opettajat kokivat äänituntemuksia enemmän, kun he opettivat *ilman äänenvahvistinta*, ääni ei ollut silti rasittunut. Tätä päätelmää tukisi Artkosken ym. (2002) tutkimus, jossa tutkimushenkilöiden äänen perustaajuus ei noussut päivän aikana, jos äänielimistö ei rasittunut.

7.1.2 Äänenvahvistimen vaikutus taustameluun

Tutkimuksessani luokan taustameluarvoissa ei havaittu muutosta, vaikka opettaja käytti äänenvahvistinta. Taustamelun määrä ei lisääntynyt eikä vastaavasti vähentynyt silloin, kun opettaja

käytti äänenvahvistinta. Mitattuja tuloksia tukivat opettajien kokemukselliset arviot siitä, että taustamelu ei muuttunut. Muissa tutkimuksissa oppilaiden taustahälinän on eriävästi arvioitu vähentyvän äänenvahvistinta käytettäessä (Jónsdóttir ym., 2015). Oletettavaa kuitenkin olisi ollut, että taustamelu ja oppilaiden hälinä lisääntyisi, kun opettajan kuuleminen on äänenvahvistimen avulla varmaa.

Luokkien taustamelun voimakkuus oli tässä tutkimuksessa samalla tasolla kuin aiemmissa tutkimuksissa, joissa se on ollut 42–94 dB (A) (Picardin & Bradley, 2001). Keskimäärin peruskoulu- ja lukioikäisien luokassa taustamelutaso on ollut 65 dB (A) (Hay, 1995; Moodley, 1989), vaikka esimerkiksi 12-vuotiaiden luokkaan suositellaan maksimissaan 40 dB:n taustamelun tasoa (Picard & Bradley, 2001). Tutkittavien luokkieni taustamelutaso oli tätä suositustasoa korkeampi. Se oli 67 dB opettajan opettaessa *ilman äänenvahvistinta* ja 69 dB hänen opettaessaan *äänenvahvistimen kanssa*. Edellä mainituissa melutason mittaustutkimuksissa mikrofoniin paikka on ollut kuitenkin erilainen, ja se on voinut vääristää mittaustuloksia. Esimerkiksi VoxLog mittaa taustamelun äänenpainetasoa opettajan kaulalta, ja se antaa erilaiset arvot eri tilanteista kuin esimerkiksi luokan perällä tai keskellä ollut tallennin. Opettajan antaessa henkilökohtaista ohjausta oppilaan lähellä VoxLog tallentaa taustameluksi oppilaan puheen, mikä on todennäköisesti senhetkistä taustamelua paljon voimakkaampi.

7.1.3 Äänenvahvistimen vaikutus opettajien ja oppilaiden kokemuksiin

Äänenvahvistin vähensi tutkimuksessani opettajien äänituntemuksia, äänen väsymystä ja äänioireita. Tulos saa tukea aiemmista tutkimuksista (Bovo ym., 2013; Gilman & Dancer, 1989; Jónsdóttir 2003; Jónsdóttir ym. 2015, Rosenberg ym., 1994; Sarff, 1981). Tutkimukseni opettajat tuottivat ääntä todennäköisesti taloudellisemmin *äänenvahvistimen kanssa*, sillä opettajien arviot omasta äänestään eivät huonontuneet iltapäivään mentäessä. Kun he opettivat *ilman vahvistinta*, he kokivat äänenlaatunsa huononevan, äänen kuuluville saamisen vaikeutuvan ja kurkkuoireiden lisääntyvän. Myös aiemmin tehdyn tutkimuksen mukaan opettajien äänenlaatu oli pehmeämpi ja tasaisempi sekä karheutta ja katkeilua oli vähemmän, kun opettaja *käytti äänenvahvistinta* (Jónsdóttir, 2003). Tällöin opettajan äänessä ei ollut myöskään havaittavissa niin paljon puristeisuutta, josta johtuen äänenkäyttö oli taloudellisempaa.

Kun tutkimukseni opettajat *käyttivät äänenvahvistinta*, he kokivat myös, etteivät he joudu voimistamaan ääntään niin paljon eivätkä toistamaan asioita niin usein kuin silloin, kun he *eivät*

käytä vahvistinta. Tämä oli todennäköisesti yhteydessä niihin vastauksiin, joissa opettajat arvioivat, että heidän äänentuottonsa on helpompaa *äänenvahvistimen kanssa* ja että ääni kestää työpäivän ajan paremmin. Myös Jónsdóttirin (2003) ja Jónsdóttirin ym. (2015) tutkimushenkilöinä olleet opettajat kokivat äänensä vahvemman oloiseksi ja kestävänsä paremmin, kun he *käyttivät äänenvahvistinta.*

Arvelen opettajien äänentuoton helpottumisen ja toiston vähentymisen olevan yhteydessä myös oppilaisiin, sillä noin puolet oppilaista koki äänenvahvistimen helpottavan opetuksen seuraamista. Noin 77 % oppilaista koki samoin Jónsdóttirin (2003) tutkimuksessa, ja 87 % arvioi, että opettajaa on helpompi kuulla silloin, kun opettaja käyttää äänenvahvistinta. Koska oppilaat kiinnittivät tutkimuksessani huomionsa paremmin oppimistilanteeseen, he keskittyivät paremmin eivätkä vaatineet opettajan toistoa. Toiston vähentymisen takia myös opettaja pystyi säästämään ääntään, jolloin opettajan ääni tuntui kestävänsä paremmin.

Oppilaat kokivat muutenkin äänenvahvistimen käytön melko yksimielisesti myönteisenä asiana. Noin puolet oppilaista oli sitä mieltä, että opettajan olisi hyvä käyttää äänenvahvistinta opetuksessaan koko ajan. Oppilaiden kokemukset olivat yhdenmukaisia myös muiden äänenvahvistimen käytöstä tehtyjen tutkimuksien kanssa (ks. esim. Jónsdóttir, 2003). Aineistossani oli kuitenkin myös oppilaita, jotka kokivat äänenvahvistimen erittäin epämiellyttäväksi. He eivät halunneet opettajan käyttävän sitä jatkossa. Eräs oppilas kommentoi: ”Opettajan ääni on paljon rasittavamman kuuloinen ja pistävä vahvistimella. Sitä hermostuttaa kuunnella”. Muissa tutkimuksissa 28–33 % oppilaista koki äänenvahvistimen äänen liian kovana (Jónsdóttir, 2003; Jónsdóttir ym., 2015) ja viidesosaa äänenvahvistin ärsytti (Jónsdóttir, 2003).

7.2 Tutkimusmenetelmien arviointi

7.2.1 Tutkimushenkilöt

Useat tutkimushenkilöitä koskevat tekijät ovat voineet vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin. Yksi tällainen on, että tutkittavat opettajat olivat toimineet opettajina hyvin eripituisen ajan. He myös opettivat toisiinsa nähden erilaisia aineita eri kombinaatioin tutkimuspäivien aikana. Taustamelun määrä ja käytettävä äänenvoimakkuus ja -korkeus ovat ymmärrettävästi hyvin erilaiset erityyppisillä oppitunneilla. Opettajat opettivat lisäksi oppiaineita erikokoisille ryhmille ja eri-ikäisille oppilaille.

Näiden molempien on todettu vaikuttavan taustamelun tasoon (Picard ja Bradley, 2001; Shield & Dockrell, 2003). Koska oppilaiden määrää luokassa tai oppilaiden ikää ei otettu huomioon tutkimukseni aineiston keruussa, nämä saattoivat vääristää tuloksiani. Tuloksiin voivat vaikuttaa myös opetettavat aineet. Jotta tulevaisuudessa saataisiin mahdollisimman luotettavia tutkimustuloksia, tutkimusten analyysia ja tulkintaa helpottaa, mikäli tutkimushenkilöt, luokkien oppilasmäärät ja opetettavat aineet samankaltaistetaan tarkemmin.

Tuloksiin on voinut vaikuttaa myös se, että opettajat itse ilmoittautuivat tutkimukseen. Todennäköisesti tutkimukseen osallistuneet ovat äänenkäytöstään kiinnostuneempia, äänentuottoon harjaantuneempia tai esimerkiksi kokeneet itse äänenkäytön ongelmia. Satunnaisella otannalla opettajaryhmään olisi voitu saada todenmukaisempi ryhmä. Toisaalta tällä valintamenetelmällä tutkimukseen valikoituivat vain sellaiset opettajat, jotka olivat oikeasti motivoituneita suorittamaan mittaukset kunnolla. Tutkimusjoukko oli myös kokonaisuutena pieni, minkä vuoksi tulosten yleistettävyyteen tulee suhtautua varauksella.

Tulosten yleistettävyyttä heikentää se, että tallennetut opetustilanteet olivat jokseenkin muuttuvia eikä tuntien rakenne ollut täysin sama. Vaikka mittausajankohtien oppitunneilla opetettavat aiheet pyrittiin muodostamaan samanlaisiksi ja rakentamaan tunneista suurin piirtein samanlaiset, opettajan puhunnosaika saattoi muuttua esimerkiksi erilaisten kotitehtävien tarkastusten takia. Tutkimustilanne ei ollut varmasti myöskään kaikille opettajille täysin luonnollinen, vaikka tutkimusasetelma pyrittiin laatimaan mahdollisimman lähelle sellaista. Normaalialue opetusta saattoi häiritä kaulalla oleva VoxLog-panta tai äänenvahvistimen mikrofoni. Omiin korviin tuleva vahvistettu ääni saattoi myös häiritä puhumiseen tai opettamiseen keskittymistä.

Muutama opettajista oli käyttänyt äänenvahvistinta opetuksessaan aikaisemmin — osa säännöllisemmin osa ei. Outoon laitteeseen, äänenvahvistimeen, totuttautuminen vie aikaa (Sala ym., 2009, 38), ja se muuttaa usein puhujan äänenkäyttöä (Jónsdóttir, 2003; Sapienza ym., 1999; Rosenberg ym. 1994). Tutkimuksessani niillä opettajilla, jotka olivat käyttäneet äänenvahvistinta aikaisemmin ja tottuneet puhumaan sen kanssa, äänenkorkeus ja äänenvoimakkuus laskivatkin enemmän äänenvahvistinta käyttäessä kuin muilla tutkittavilla, mutta muutos ei ollut todennäköisesti tietoista.

Saatuihin tuloksiin on voinut vaikuttaa lisäksi se, että muutama äänitallennus tehtiin opettajan loman tai sairauspoissaolon jälkeen. Loman jälkeen tehdyissä nauhoituksissa opettajan ääni saattoi

olla rentoutunut ja levännyt ja tämän takia olla normaalista tilanteesta poikkeava. Sairastelun jälkeen opettajan ääni saattoi taas olla normaalia rasittuneempi, vaikka tallennuksia ei tehty sairaana. Koska äänitallennukset tehtiin toukokuussa ja syyskuussa, oppilaiden taustamelutasoon saattoi myös vaikuttaa tulevan kesäloman lähestyminen tai lomilta paluut.

7.2.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessani oli tarkoitus tallentaa opettajan ääntä aamusta iltapäivän viimeiseen oppituntiin asti. Aamu- ja iltapäivän oppituntien äänenkäytön muutoksen analyysiin valittiin kuitenkin vain yksi aamupäivän ja yksi iltapäivän oppitunti, sillä kaikilla opettajilla ei ollut oppitunteja koko päivän ajan. Tutkimuksen luotettavuutta olisi lisännyt se, että koko työpäivä olisi analysoitu.

Aineistonkeruutavat olivat kuitenkin toimivia arvojen mittaamiseen ja kokemusten keräämiseen. VoxLog oli aineistonkeruulaitteena erittäin soveltuva opettajien äänenvoimakkuuden, äänenkorkeuden ja taustamelun mittaamiseen, sillä se on helppokäyttöinen, ja se mahdollistaa tallennukset aidossa opetustilanteessa. Koska VoxLog on melko pieni ja huomaamaton, se voi olla opettajalla mukana erilaisissa tilanteissa.

Keräsin opettajien ja oppilaiden kokemuksia sekä tuntemuksia lisäksi paperisilla kaavakkeilla, joissa vastaaminen tapahtui VAS-janan avulla ja valmiiksi asetetuin vastausvaihtoehdoin (kyllä–ei). VAS on hyvin yksinkertainen tiedonkeräysmenetelmä ja sopii rajattuun tilanteeseen, kuten tuntemusten tai kivun tutkimiseen (Crichton, 2001). VAS-janaa on käytetty äänitutkimuksissa äänenlaadun arvioimiseen (Lehtinen, 2010; Roininen, 2006; Yu, Revis, Wuyts, Zanaret & Giovanni, 2002), ja se on todettu luotettavaksi tavaksi etenkin, kun havainnoidaan äänen piirteitä kuuntelemalla. VAS-janan avulla teetetyt kaavakkeet olivat mielestäni toimivasti toteutettu aineistonkeruumenetelmä myös tutkimuksessani niin opettajilla kuin opettajilla, ja ne nostivat esiin toivottuja tuloksia. VAS-janan etuna on, että sille vastaaminen on nopeaa. Jos kysely olisi toteutettu avoimin kysymyksin, oppilaat olisivat jättäneet todennäköisesti vastaamatta moneen kysymykseen, jolloin 100 %:sta vastausprosenttia ei olisi saavutettu. Opettajien arviot päivän aikaisista äänituntemuksistaan ja äänenvahvistimen käyttökokemuksistaan olisivat tällöin voineet jäädä myös puutteellisiksi tai yksipuolisiksi, sillä vastaaminen olisi vienyt enemmän aikaa. Opettajat pystyivät vastaamaan VAS-janoin tehtyihin väittämiin nopeasti työpäivää ennen ja työpäivän jälkeen, jolloin

tuntemukset olivat kirkkaina muistissa. Väittämät kuvasivat lisäksi asioita tarkemmin, mikä nopeutti vastaamista entisestään.

7.3 Loppupäätelmät ja jatkotutkimuksen aiheita

Tutkimukseni osoitti, että äänenvahvistin laski opettajien äänenvoimakkuutta ja etenkin naisopettajien äänenkorkeutta. Äänenvahvistin myös helpotti äänen tuottamista ja vähensi ääni- ja kurkkutuntemuksia sekä helpotti oppilaiden kuulemista. Äänenvahvistin ei nostanut taustamelutasoa. Tekemäni kirjallisuushaun perusteella tutkimusta äänenvahvistimen vaikutuksista taustameluun ei ollut tehty aikaisemmin. Tulosteni perusteella äänenvahvistimia voitaisiinkin suositella koululuokkiin apuvälineiksi. Mutta koska opettajat eivät vaikuta olevan innokkaita käyttämään äänenvahvistinta (ks. Rantala ym., 2012), kouluissa olisi jatkossa hyvä keskittyä opettajien tiedon lisäämiseen sähköisistä äänenvahvistimista ja niiden hyödyistä. Koulujen luokkatiloihin tulisi asentaa äänenvahvistimia, sillä niiden avulla opettajan ääniergonomisista riskitekijöitä voitaisiin vähentää, opetustyön kuormittavuutta lieventää ja oppilaiden kuunteluolosuhteita parantaa.

Tulevaisuudessa olisi hyvä tutkia koululuokkien taustamelua samankaltaistetuissa olosuhteissa (sama luokkatila ja oppilasmäärä jne.), missä pystyttäisiin mittaamaan ensin tyhjän luokan taustameluarvot, selvittämään oppilaiden läsnäolon vaikutus ja vertaamaan arvoja tilanteeseen, jossa opettaja käyttäisi äänenvahvistinlaitetta. Tutkimuksessani tuli myös esille se, että eri aineiden opettajien äänenkäyttöä olisi hyvä tutkia ja verrata saatuja arvoja toisiinsa. Esimerkiksi kotitalousopettaja joutuu kilpailemaan oppilaiden tuottaman taustamelun lisäksi useamman laitteen (liesituuletin, astianpesukone, sähkövatkain, projektorit ym.) kanssa saadakseen äänensä kuuluville kuin vaikkapa äidinkielenopettaja, jonka haastajana ovat ainoastaan oppilaat, lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteet sekä projektorit.

Olisi mielenkiintoista myös tutkia, muuttaako opettajan pitkäaikainen äänenvahvistimen käyttö heidän äänenkäyttöään. Käykö niin, että opettaja ei osaa enää tuottaa voimistettua ääntä taloudellisesti ilman äänenvahvistinta, mikäli hänen ei tarvitse voimistaa ääntään korkeisiin voimakkuuksiin päivittäin. Erityisen tärkeää olisi selvittää, tapahtuisiko laitteen käytössä niin sanottua vahvistinoppimista, ja näkyisikö yksittäisten opettajien äänenvoimakkuudessa ja -korkeudessa päivän aikana enemmän muutoksia, kun he käyttäisivät äänenvahvistinta säännöllisesti

pidemmän jakson ajan. Myös mahdollisten äänioireiden ja -tuntemusten muutokset tulisivat tällöin paremmin esiin. Esimerkiksi pitkittäistutkimuksen tekeminen antaisi lisätietoa opettajan äänenvahvistimen käytön pitempiaikaisemmista hyödyistä ja sen mahdollisista siirtovaikutuksista arkeen (esim. puhuisiko opettaja muissakin tilanteissa tavallista hiljempaa).

Koska opettajien ääniongelmat ovat lisääntyneet (Simberg ym., 2005), ja jo opettajaksi opiskelevilla on ääniongelmia (Simberg ym., 2004), äänenvahvistimiin pitäisi saada ensikosketus jo opiskeluaikana. Oletan, että jos opettajaksi opiskelevat tottuisivat äänenvahvistimen käyttöön ja saisivat tietoa sen hyödyistä opinnoissaan, siihen suhtautuminen olisi todennäköisesti myönteisempää heidän siirtyessään työelämään. Tutkimuksessani nimittäin opettajat kokivat äänenvahvistimen käytön pääsääntöisesti hyvänä asiana, mutta osa niistä opettajista, jotka eivät olleet käyttäneet vahvistinta aikaisemmin, koki vahvistimen joko tarpeettomaksi tai muuten vain epämiellyttäväksi.

Jotta oppilaille saataisiin tarjottua mahdollisimman tehokas kuunteluympäristö ja opettajille luotua ääniergonomisesti paras mahdollinen äänentuotto- ja käyttöympäristö, työnantajien ja opetustilojen suunnittelijoiden tulisi ottaa äänenvahvistimet osaksi luokan ja oppimisympäristöjen suunnittelua – äänenvahvistin voisi olla luokan apuväline siinä missä interaktiivinen esitystaululukin.

LÄHDELUETTELO

Allen, L. (1993). Promoting the usefulness of classroom amplification. *Educational Audiology Monograph*, 3, 32–34.

Arlinger, S., Landström, U., Laukli, E. & Öhrström, E. (2008). Melu. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia* (s. 266–274). Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Artkoski, M., Tommila, J. & Laukkanen, A-M. (2002). Changes in voice during a day in normal voices without vocal loading. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 27, 118–123.

ASHA. (1995). Position statement and guidelines for acoustics in educational settings. *American Speech-Language-Hearing Association* 37, 15–19.

Bebb, B. (2008). *The Benefits of Classroom Amplification Technology*. Marketing Communications Director, LightSPEED Technologies. Haettu 12.1.2015 osoitteesta http://www.lightspeed-tek.com/App_Content/files/regfiles/BENEFITS_OF_CAT_V1.1.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1

Bermúdez de Alvear, R. M, Barón F. J. & Martínez-Arquero, A. G. (2011). School teachers' vocal use, risk factors, and voice disorder prevalence: guidelines to detect teachers with current voice problems. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 63, 209–215.

Berglund, B., Lindvall, T. & Schwela, D. (1999). *Community noise guidelines*. World Health Organization, WHO. Haettu 19.11.2014 osoitteesta <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>

Bijur, P. E., Silver, W. & Gallagher, E. J. (2001). Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic Emergency Medicine*, 8, 1153–1157.

Bistafa, S. R. & Bradley, J. S. (2000). Reverberation time and maximum background-noise level for classrooms from a comparative study of speech intelligibility metrics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 107, 861–875.

- Bistrup, M. L. (2001). *Health effects of noise on children and perception of the risk of noise*. Denmark: National Institute of Public Health.
- Boone, D. R., McFarlane, S. C., Von Berg, S. L. & Zraick, R. I. (2010). *The Voice and Voice Therapy*. 8. painos. Boston: Allyn & Bacon.
- Bovo, R., Trevisi, P., Emanuelli, E. & Martini, A. (2013). Voice amplification for primary school teachers with voice disorders: a randomized clinical trial. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 26, 363–372.
- Brattico, E., Kujala, T. & Tervaniemi, M. (2005). Long-term exposure to occupational noise alters the cortical organization of sound processing. *Clinical Neurophysiology*, 116, 190–203.
- Celik, E. & Karabiber, Z. (2000). A pilot study on the ratio of schools and students affected from noise. Proc. *International symposium on Noise Control and Acoustics for Educational Buildings, Proc. Turkish Acoustical Society, Istanbul in May 2000* (s. 119–128). Turkki: Istanbul.
- Chang-Yit, R., Herbert, L., Pick, J. R. & Siegel, G.M. (1975). Reliability of sidetone amplification effect in voice intensity. *Journal of Communication Disorders*, 8, 317–324.
- Charn, T. C. & Mok, P. K. H. (2012). Voice problems amongst primary school teachers in Singapore. *Journal of Voice*, 26, 141–147.
- Chelius, L. (2004). Trost Amplification Study. Manuscript. USA: Canby. Canby School District.
- Colton, R. H., Casper, J. K. & Leonard, R. (2006). *Understanding voice problems. A physiological perspective for diagnosis and treatment*. 5. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Crandell, C. & Smaldino, J. (2000). Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*, 31, 362–370.

Crichton, N. (2001). Visual Analogue Scale (VAS) Blackwell Science Ltd, *Journal of Clinical Nursing*, 10, 697–706. Haettu 9.1.2015 osoitteesta http://www.blackwellpublishing.com/specialarticles/jcn_10_706.pdf.

Dahlquist, L. H. (maaliskuu 1998). Classroom Amplification: Not Just for the Hearing Impaired Anymore. Paper presented at the California State University Northridge Center Conference. USA: Los Angeles, CA.

Duffy, O. M. & Hazlett, D. E. (2004). The impact of preventive voice care programs for training teachers: a longitudinal study. *Journal of Voice*, 18, 63–70.

Gilman, L. & Danzer, V. (1989). Use of FM sound field amplification in regular classrooms. Paper presented at the American Speech–Language–Hearing Association Convention. USA: St. Louis MO.

Ferguson, M. A., Hall, R. L., Riley, A. & Moore, D. R. (2011). Communication. Listening. Cognitive and Speech Perception Skills in Children With Auditory Processing Disorder (APD) or Specific Language Impairment (SLI). *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 54, 211–227.

Ferreira, L. P., de Oliveira Latorre, M. d. R. D, Pinto Giannini, S. P., de Assis Moura Ghirardi, A. C., Fraga e Karmann, D. & Silva, E. E. (2010). Influence of abusive vocal habits, hydration, mastication, and sleep in the occurrence of vocal symptoms in teachers. *Journal of Voice*, 24, 86–92.

Harju, V. (2014). Tulevaisuuden taidot oppimisen lähtökohtana. Teoksessa H. Niemi & J. Multisilta (toim.), *Rajaton luokkahuone* (s. 36–49). Jyväskylä: PS-Kustannus.

Hay, B. (1995) A pilot study of classroom noise levels and teachers' reactions. *Journal of Voice*, 4, 127–134.

Heinonen-Guzejev, M., Jauhiainen, T., Sala, E., Ström, U. & Vuorinen, H. S. (2012). Melulla on monia vaikutuksia terveyteen. *Suomen Lääkäri lehti*, 67, 2445–2450.

Hodgson, M., Rempel, R. & Kennedy, S. (1999). Measurement and prediction of typical speech and background noise levels in university classrooms during lectures. *Journal of Acoustical Society of America*, 105, 226–233.

Howard, C. S., Munro, K. & Plack, C. J. (2010) Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *International Journal of Audiology*, 49, 928–932.

Hunter, E. J. & Titze, I. R. (2010). Variations in intensity, fundamental frequency, and voicing for teachers in occupational versus nonoccupational settings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 862–875.

Hygge, S. (2002). Summary of the nonauditory effects of noise on children's health. Teoksessa M.L. Bistrup, M. Haines & S. Hygge (toim.), *Children and noise – prevention of adverse effects* (s. 162–168). Copenhagen: National Institute of Public Health.

Hygge, S., Boman E. & Enmarker, I. (2003). Effect of road traffic noise and meaningful irrelevant speech on different memory systems. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44, 13–21.

Häkkinen, P., Juntunen, M. & Laakkonen, I. (2011). Tulevaisuuden oppimisympäristöt? Teoksessa K. Pohjola (toim.), *Uusi koulu. Oppiminen mediakulttuurin aikakaudella* (s. 51–63). Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Ilomäki, I., Leppänen, K., Kleemola, L., Tyrmi, J., Laukkanen, A-M. & Vilkmann, E. (2009). Relationships between self-evaluations of voice and working conditions, background factors, and phoniatric findings in female teachers. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 34, 20–31.

Jauhiainen, T., Vuorinen H. S. & Heinonen-Guzejev, M. (2007). *Ympäristömelun vaikutukset*. Helsinki: Ympäristöministeriö. Haettu 10.12.2014 osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=64456>

Jónsdóttir, V. (2003). *The Voice An Occupational Tool. A Study of Teacher's Classroom Speech and Effects of Amplification*. Väitöskirja. Tampereen yliopisto. Acta Universitatis Tamperensis 969.

- Jónsdóttir, V., Laukkanen A-M. & Vilkmán, E. (2002). Changes in teacher's speech during a working day with and without electric sound amplification. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 54, 282–287.
- Jónsdóttir, V., Rantala, L., Laukkanen, A-M. & Vilkmán, E. (2001). Effects of sound amplification on teachers' speech while teaching. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 26, 118–123.
- Jónsdóttir, V., Rantala, L. & Laukkanen, A-M. (2015). Effect of voice amplifier on male teachers' voices. Valmisteilla.
- Knecht, H. A., Nelson, P. B., Whitelaw, G. M. & Feth, L. L. (2002). Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: Predictions and measurements. *American Journal of Audiology*, 11, 65–71.
- Krokstad, A. & Laukli, E. (2008). Akustiikka. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia* (s. 11–24). Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Lane, H. & Tranel, B. (1971). The Lombard sign and the role of hearing in speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 677–709.
- Laukkanen, A-M. & Leino, T. (2001). *Ihmeellinen ihmisääni*. Helsinki: Gaudeamus.
- Laukkanen, A-M. & Kankare, E. (2006). Vocal loading-related changes in male teachers' voices investigated before and after a working day. *Folia Phoniatrica Logopaedica*, 58, 229–239.
- Laukkanen, A-M., Ilomäki, I., Leppänen, K. & Vilkmán, E. (2008). Acoustic measures and self-reports of vocal fatigue by female teachers. *Journal of Voice*, 22, 283–289.
- Larsen, J. B. & Blair, J. C. (2008). The effect of classroom amplification on the signal to noise ratio in classrooms while class is in session. *Language, Speech And Hearing Services In Schools*, 39, 451–460.

Lehto, L., Laaksonen, L., Vilkmann, E. & Alku, P. (2008). Changes in objective acoustic measurements and subjective voice complaints in call center customer-service advisors during one working day. *Journal of Voice*, 22, 164–177.

Lehtinen, E. (2010). Huutoäänen akustiset ja perkeptuaaliset piirteet. Pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Puheopin, puhetekniikan ja vokologian linja.

Lindström, F., Li, K. R. & Wayne, K. P. (2009). Comparison of Two Methods of Voice Activity Detection in Field Studies. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 1658-1663.

Lindsröm, F., Wayne, K. P., Södersten, M., McAllister, A. & Ternström, S. (2011). Observations of the relationship between noise exposure and preschool teacher voice usage in day-care center environments. *Journal of Voice*, 25, 166–172.

Lyberg-Åhlander, V., Haake, M., Brännström, J., Schötz, S. & Sahlén, B. (2014). Does the speaker's voice quality influence children's performance on a language comprehension test? *International Journal of Speech-Language Pathology. Early Online*, 1–11.

MacKenzie, D. (2000). Noise sources and levels in UK schools. Proc. International symposium on Noise Control and Acoustics for Educational Buildings. *Proceedings of Turkish Acoustical Society in March 2000*. (s. 97–106). Turkki: Istanbul.

McCarty, P. J. & Ure, A. (2003). *The Effect Audio Enhanced Classrooms Have on Student Achievement and Teacher Instruction*. Collaborative of High Performance Schools. Haettu 1.12.2014 osoitteesta http://www.chps.net/links/pdfs/Abstract_BYU_Research6-031.pdf.

McSporran, E., Butterworth, Y. & Rowson, V. J. (1997). Sound field amplification and listening behavior in the classroom. *British Educational Research Journal*, 23, 81–92.

Moodley, A. (1989) Acoustic conditions in mainstream classrooms. *Journal of British Association of Teachers of the Deaf*, 13, 48–54.

Nelson, P. B. & Soli, S. (2000). Acoustical barriers to learning: Children at risk in every classroom. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 31, 356–361.

- Nelson, P.B. (2003). Sound in the Classroom - Why children need quiet. *ASHRAE Journal*, 22– 25.
- Neuman, A. C., Wroblewski, M., Hajicek, J. & Rubinstein, A. (2010). Combined effects of noise and reverberation on speech recognition performance of normal-hearing children and adults. *Ear and hearing*, 31, 336–344.
- Oberdöster, M. & Tiesler, G. (2006). Acoustic Ergonomics of School. *Federal Institute for Occupational Safety and Health*, 6, 237–240.
- Picard, M. & Bradley, J. S. (2001). Revisiting speech interference in classrooms, *Audiology* 40, 221–224.
- Pirilä, P. (2013). Taustamelun yhteys naisopettajien äänen korkeuteen ja voimakkuuteen työpäivän aikana. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, Humanistinen tiedekunta.
- Pekkarinen (Sala), E. & Viljanen, V. (1990). The effect of sound-absorbing treatment on speech discrimination in rooms. *Audiology*, 29, 219–227.
- Pekkarinen (Sala), E., & Viljanen, V. (1991). Acoustic conditions for speech communication in classrooms. *Scandinavian Audiology*, 20, 257–263.
- Rantala, L. (2000). *Ääni työssä. Naisopettajien äänenkäyttö ja äänen kuormittuminen*. Väitöskirja. Oulun yliopisto. Acta Universitatis Ouluensis B 37.
- Rantala, L., Vilkmann, E. & Bloigu, R. (2002). Voice changes during work: subjective complaints and objective measurements for female primary and secondary schoolteachers. *Journal of Voice*, 16, 344–355.
- Rantala, L., Hakala, S. J., Holmqvist, S. & Sala, E. (2012). Connections between voice ergonomic risk factors and voice symptoms, voice handicap, and respiratory tract diseases. *Journal of Voice*, 6, 819–820.
- Rasa, J. (2005). Esteetön kuunteluympäristö. Teoksessa P. Määttä, E. Lehto, M. Hasan & R. Parkas (toim.), *Lapsi kuulolla* (s. 7–30). Jyväskylä: PS-kustannus.

Roininen, H. (2006). Islantilaisten ja suomalaisten naisäänten kuunteluarviointi. Puheterapeuttien ja puhetekniikan opettajien kuunteluarviointien vertailu. Pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Puheopin, puhetekniikan ja vokologian linja.

Rosenberg, G., Blake-Rahter, P., Allen, L. & Redmond, B. (1994). Improving classroom acoustics: A multi-district pilot study on FM classroom amplification. *American Academy of Audiology annual convention*, 2, 24–29.

Ross, M. & Levitt, H. (2002). *Classroom Sound-Field Systems*. Rehabilitation Engineering Research Center on Hearing Enhancement. Haettu 12.11.2014 osoitteesta http://www.hearingresearch.org/Dr.Ross/classroom_sound_field_systems.htm.

Roy, N., Weinrich, B., Gray, S.D., Tanner, K., Toledo S. W., Dove, H., Corbin-Lewis, K. & Stemple, J. C. (2002). Voice amplification versus vocal hygiene instruction for teachers with voice disorders: a treatment outcomes study. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 4, 625–638.

Roy, N., Merrill, R. M., Thibeault, S., Parsa, R. A., Gray, S. D. & Smith, E. M. (2004). Prevalence of voice disorders in teachers and the general population. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47, 281–293.

Saarela, M., Kähkönen, E., Vähämäki, K. & Reijula, K. (2005). *Koulujen sisäilma ja työpaikkaselvitys. Opas työterveyshuollolle ja työsuojelulle*. Uudenmaan aluetyöterveyslaitos, Helsingin kaupunki, Työterveyskeskus.

Sala, E. & Viljanen, V. (1995). Improvement of acoustic conditions for speech communication in classrooms. *Applied Acoustics*, 45, 81–91.

Sala, E., Laine, A., Simberg, S., Pentti, J. & Suonpää, J. (2001). The prevalence of voice disorders among day care center teachers compared with nurses: A questionnaire and clinical study. *Journal of Voice*, 15, 413–423.

Sala, E., Airo, E., Olkinuora, P., Simberg, S., Ström, U., Laine, A., Pentti, J. & Suonpää, J. (2002). Vocal loading among day care center teachers. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 27, 21–28.

Sala, E., Sihvo, M. & Laine, A. (2003). *Ääniergonomia. Toimiva ääni työvälineenä*. Työterveyslaitos, Työturvallisuuskeskus. Helsinki: Yliopistopaino.

Sala, E., Hellgren, U-M., Ketola, R., Laine, A., Olkinuora, P., Rantala, L. & Sihvo, M. (2009). *Ääniergonomian kartoitusopas työpaikalla tehtävää ääniergonomista selvitystä varten*. Työterveyslaitos. Sastamala: Vammalan kirjapaino.

Sala, E. & Rantala, L. M. (2012). Opetustilojen akustiikka ja ääniergonomia — tutkimuksesta toteutukseen. Työsuojelurahaston (TSR) hanke nro 109292. Haettu 10.10.2014 osoitteesta http://www.tsr.fi/c/document_library/get_file?folderId=13109&name=DLFE-6914.pdf

Sala, E., Holmqvist, S., Rantala, L., Hakala, S. & Jónsdóttir, V. (syyskuu 2013). Activity noise in comprehensive school classrooms in Finland. Paper 0324 Proceedings Internoise 2013. Itävalta: Innsbruck.

Sapienza, C. M., Crandell, C. C. & Curtis, C. (1999). Effects of sound-field amplification on reducing teacher's sound pressure level in the classroom. *Journal of Voice*, 13, 375–381.

Sarff, L. (1981). An innovative use of free-field amplification in classrooms. Teoksessa R. Roeser, M. Downs (toim.), *Auditory Disorders in School Children* (s. 263–272). New York: Thieme-Stratton.

Shield, B. M. & Dockrell, J. E. (2003). The effects of noise on children at school: a review. *Journal of Building Acoustics*, 10, 97–106.

Shield, B. M. & Dockrell, J. E. (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. *Journal of the Acoustical Society of America*, 115, 730–738.

Simberg, S., Sala, E. & Rönnemaa, A-M. (2004). A comparison of the prevalence of vocal symptoms among teacher students and other university students. *Journal of Voice*, 18, 363–368.

Simberg, S., Sala, E., Vehmas, K. & Laine, A. (2005). Changes in the prevalence of vocal symptoms among teachers during a twelve-year period. *Journal of Voice*, 19, 95–102.

Smolander, S. & Huttunen, K. (2006). Voice problems experienced by Finnish comprehensive school teachers and realization of occupation health care. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 31, 166–171.

Södersten, M., Granqvist, S., Hammarberg, B. & Szabo, A. (2002). Vocal behavior and vocal loading factors for preschool teachers at work studied with binaural DAT recordings. *Journal of Voice*, 16, 356–371.

Södersten, M., Ternström, S. & Bohman, M. (2005). Loud speech in realistic environmental noise. phonetogram data, perceptual voice quality, subjective ratings, and gender differences in healthy speakers. *Journal of Voice*, 19, 29–46.

Starck, J. & Teräsvirta, L. (2009). *Melu*. Työterveyslaitos. Tampere: Esa Print Oy.

Stemple, J. C., Stanley, J. & Lee, L. (1995). Objective measures of voice production in normal subjects following prolonged voice use. *Journal of Voice*, 9, 127-133.

Ternström, S., Södersten, M. & Bohman, M. (2002). Cancellation of simulated environmental noise as a tool for measuring vocal performance during noise exposure. *Journal of Voice*, 2, 195–206.

Titze, I. R. (2001). Criteria in occupational risk in vocalization. Teoksessa P.H. Dejonckere (toim.), *Occupational voice care and cure*. (s. 124–136). Haag: Kugler Publications.

Vilkman, E. (2004). Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 56, 220–253.

Woolner, P. & Hall, E. (2010). Noise in Schools: A Holistic Approach to the Issue. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 3255-3269.

Wålinder, R., Gunnarsson, K., Runeson, R. & Smedje, G. (2007). Physiological and psychological stress reactions in relation to classroom noise. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 33, 260–266.

Yu, P., Revis, J., Wuyts, F. L., Zanaret, M. & Giovanni, A. (2002). Correlation of instrumental voice evaluation with perceptual voice analysis using a modified visual analog scale. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 54, 271–281.

Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F. & Lorenci, C. (2011). Noise on, voicing off: Speech perception deficits in children with specific language impairment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 362–372.



Hyvä opettaja,

kutsumme Sinut osallistumaan tutkimukseen, jossa selvitetään opetuksessa käytettävän äänenvahvistinlaitteen vaikutuksia taustameluun ja opettajan äänenkäyttöön. Tällaista tutkimusta ei ole toteutettu aikaisemmin Suomessa, ja kansainvälisestikin äänenvahvistuslaitteen vaikutuksesta on varsin vähän tutkittua tietoa.

Koulut ovat usein meluisia työympäristöjä, minkä vuoksi opettajat joutuvat voimistamaan ääntään, joka puolestaan johtaa myös äänenkorkeuden nousuun. Nämä muutokset kuormittavat äänielimistöä ja voivat aiheuttaa äänioireita. Tutkimusten mukaan opettaja korottaa ääntään vähemmän silloin, kun hän käyttää äänenvahvistinta, eli äänentuotto on tällöin taloudellisempaa. Myös oppilaat ovat kokeneet hyvänä sen, että opettaja käyttää äänenvahvistinta. On kuitenkin mahdollista, että oppilaat ovat meluisampia (pulisevat enemmän) luottaessaan opettajan äänen kuulumiseen tämän käyttäessä vahvistinlaitetta.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, muuttavatko opettajat äänenkäyttöään äänenvahvistinlaitteen kanssa ja lisääntykö taustamelun, kun opettaja käyttää äänenvahvistinlaitetta.

Tutkimuksessa tallennetaan kahtena työpäivänä opettajan ääntä VoxLog-akumulaattorilla, joista toisena opettaja käyttää äänenvahvistinlaitetta. VoxLog on kevyt, kaulan ympärille asetettava laite, joka ei haittaa puhumista tai työskentelyä. Tutkimuspäivinä opettaja myös kirjaa lyhyesti näiden kahden päivän kulun ylös, kuten luokan työskentelyn (esim. ryhmätyö) ja meluisuuden (esim. jonkin verran melua). Opettajilta kysellään lisäksi äänioireista, ja oppilailta sitä, miten opettajan ääni kuului silloin, kun opettaja käytti vahvistinta ja silloin, kun ei käyttänyt.

Suostumus osallistua tutkimukseen

Tallenteita käsitellään luottamuksellisesti, eikä henkilöllisyytesi ole missään vaiheessa tunnistettavissa. Tutkimuksesta kirjoitetaan artikkeli alan tieteelliseen lehteen sekä tehdään yksi opinnäytetyö.

Annan luvan aineiston keruuseen ja ymmärrän, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja minulla on oikeus kieltäytyä siitä tai perua se milloin tahansa ☐

Nimi _____

Allekirjoitus _____

Paikka ja päivämäärä _____

Jos annat luvan, täytä seuraavat tiedot

Olen työskennellyt opettajana _____ vuotta

Syntymävuosi _____

Kuuloni on normaali ☐ heikentynyt ☐

Käytän äänenvahvistinlaitetta päivittäin ☐ viikottain ☐ harvoin ☐ en koskaan ☐

Poltatko tupakkaa? Kyllä ☐ En ☐

Äidinkieleni _____

Kommentteja äänestä tai työympäristöstä

LÄMMIN KIITOS YHTEISTYÖSTÄ!

VoxLog-päiväkirja

Nimi _____

Päivämäärä _____

VoxLogin numero _____

Äänenvahvistinlaite käytössä ☒ ei käytössä ☐

[illegible]

ÄÄNIOIREKYSELY

Nimi _____

Kouluaste, jolla opetat (yläkoulu, lukio ym.) _____

Olen saanut äänenkäytön koulutusta en lainkaan ☐ muutaman luennon ☐yli viiden tunnin kurssin ☐

Oire	päivittäin tai lähes päivittäin	viikoittain tai lähes joka viikko	kuukausit- tain tai lähes joka kuukausi	harvem- min	ei oiretta
Ääni rasittuu tai väsyä					
Ääni madaltuu tai käheytyy puhuessa.					
Ääni pettää, sortuu tai katkeilee puhuessa					
Ääni katoaa kokonaan vähintään muutaman minuutin ajaksi					
Ääntä on vaikea saada kuuluviin					
Puhuessa tulee tarve selvittää kurkkua, yskiä tai rykiä					
Kurkunpään tienoilla tuntuu kipua, jännittyneisyyttä tai palan tunnetta					

*Mukaeltu tutkimuksesta Sala, E., Laine, A., Simberg, S., Pentti, J. & Suonpää, J. (2001)

SUBJEKTIIVISET ÄÄNITUNTEMUKSET

Nimi _____ Päivämäärä _____

Ajankohta: Työpäivää ennen ☐ Työpäivän jälkeen ☐Äänenvahvistinlaite: Käytössä ☐ Ei käytössä ☐**Piirrä janalle PYSTYVIIVA (|) kohtaan, mikä kuvaa parhaiten tuntemuksiasi äänentuotostasi tällä hetkellä****1. Äänentuotto ja äänioireet**Äänentuottoni on
hyvin vaivatonta _____ hyvin työlästäÄänenlaatuni on
erittäin hyvä _____ erittäin huonoÄäneni on madaltunut
ei lainkaan _____ hyvin paljonKun puhun, on mahdollista, että ääneni saattaa pettää tai sortua
Ei pidä paikkaansa _____ erittäin todennäköistäMinun on vaikea saada ääntäni luokassa kuuluviin
Ei pidä paikkaansa _____ erittäin todennäköistäKun puhun, joudun rykimään, selvittämään kurkkua tai yskimään
Ei pidä paikkaansa _____ erittäin todennäköistä**2. Kurkkutuntemukset**Kurkkuni
ei ole lainkaan väsynyt _____ on erittäin väsynytKurkun alueella tuntuu lihaskipua, jännittyneisyyttä tai kurkussa on palan tunnetta
Ei pidä paikkaansa _____ erittäin todennäköistä

**OPETTAJAT: TUNTEMUKSET OPETTAMISESTA ILMAN
ÄÄNENVAHVISTINLAITETTA**

Nimi _____

Päivämäärä _____

Merkitse pystyviiva siihen kohtaan janaa, joka kuvaa parhaiten tuntemustasi, kun opetit ilman vahvistinta. Täytä tämä kaavake päivän päätyttyä.

1. Jouduin voimistamaan ääntäni opettaessani (vrt. esim. keskusteluun kahvipöydässä)
en lainkaan _____ hyvin paljon

2. Koin, että ääneni kesti työpäivän ajan
hyvin _____ huonosti

3. Äänentuottoni tuntui
hyvin helpolta _____ hyvin työläältä

4. Oppilaiden aiheuttamaa melua oli
hyvin vähän _____ erittäin paljon

5. Koin, että oppilaat kuulivat puheeni
erittäin hyvin _____ erittäin huonosti

6. Jouduin toistamaan asiaa sen takia, että oppilaat eivät kuunnelleet puhettani
hyvin harvoin _____ hyvin usein

7. Mitä muuta haluat sanoa? _____

OPETTAJAT: TUNTEMUKSET ÄÄNENVAHVISTINLAITTEEN KÄYTÖSTÄ

Nimi _____

Päivämäärä _____

Merkitse viiva siihen kohtaan janaa, joka kuvaa parhaiten tuntemustasi, kun opetit vahvistimen kanssa. Täytä tämä kaavake päivän päätyttyä.

1. Jouduin voimistamaan ääntäni opettaessani (vrt. esim. keskusteluun kahvipöydässä)
en lainkaan hyvin paljon

2. Koin, että ääneni kesti työpäivän ajan
hyvin huonosti

3. Äänentuottoni tuntui
hyvin helpolta hyvin työläältä

4. Oppilaiden aiheuttamaa melua oli
hyvin vähän erittäin paljon

5. Koin, että oppilaat kuulivat puheeni
erittäin hyvin erittäin huonosti

6. Jouduin toistamaan asiaa sen takia, että oppilaat eivät kuunnelleet puhettani
hyvin harvoin hyvin usein

Vastaa vielä näihin väittämiin

7. Äänenvahvistinlaitteen käyttö muuttaa tapaani puhua

ei lainkaan

hyvin paljon

8. Äänenvahvistinlaitteen käyttö muuttaa puhevoimakkuuttani

ei lainkaan

hyvin paljon

9. Äänenvahvistimen kanssa puhuminen on

hyvin helppoa

hyvin vaikeaa

Vertaa tilannetta, jossa käytät äänenvahvistinta tilanteeseen, jossa et käytä laitetta

10. Kun käytän vahvistinta, oppilaat meluavat

hyvin paljon vähemmän

hyvin paljon enemmän

Kun käytän vahvistinta, oppilaiden huomion herättäminen on

paljon helpompaa

paljon vaikeampaa

11. Liittykö äänenvahvistinlaitteen käyttöön mielestäsi ongelmia

ei lainkaan

hyvin paljon

Mitä ongelmia? _____

12. Mitä muuta haluaisit sanoa?

Ohjeet VoxLog-nauhoitukseen

Ohjeet

1. Laita pantamikrofoni kaulan ympärille ja kiinnitä johto laitteeseen
2. Aseta ääniakkumulaattori (keskussyksikkö) mielellään pieneen laukkuun tai taskuun niin, ettei se pääse putoamaan. Johdon voit pujotella halutessasi menemään vaatteittesi alla
3. Paina akkumulaattorissa olevaa pientä nappulaa, kunnes siihen syttyy punainen valo (nauhoittaa)
4. Kun lopetat nauhoituksen, paina pientä nappulaa uudestaan, punainen valo sammuu (nauhoitus päättyy)
5. Jos päivän aikana punainen valo on sattumalta mennyt pois päältä eli nauhoitus on pysähtynyt, niin paina samaa pientä nappulaa uudestaan (nauhoitus menee päälle)

Lataaminen

1. Laita laite yöksi latautumaan.
 - a. Kytke USB-kaapelin toinen pää ääniakkumulaattoriin ja toinen pää adapteriin ja tämä sitten sähköpistorasiaan (keltainen valo syttyy eli lataaminen käynnistyy).
Vaikka keltainen valo palaisi vielä yön jälkeen, voit ottaa laitteen pois latauksesta ja aloittaa nauhoituksen

HUOM!

Ääniakkumulaattori ei nauhoita puhetta eikä sanoja, vaan vain äänihuulten värähtelyjä ja ympäristön taustamelua.

Laitetta ei saa kastella!

Äänenvahvistimen käyttöohje

VOISTA NDM-100

1. Kiinnitä mikrofoni laitteen MIC-liitäntään ja aseta pääpantamikrofoni päähäsi niin, että mikrofoni jää pääsi vasemmalle puolelle.
2. Kytke vahvistimeen virta päälle. Vahvistimeen syttyy sininen valo.
3. Aseta volume sopivalle tasolle vahvistimen sivussa olevasta rullasta.

Lataaminen

1. Laita äänenvahvistinlaite yöksi latautumaan.
 - a. Irrota MIC-liitännästä pääpantamikrofoni.
 - b. Kiinnitä virtalaturi vahvistimen runkoon (D.C.IN)
 - c. Laita pistoke seinään
 - d. Varmista, että vahvistimen päälle syttyy punainen valo. Ladatessa akun varauksesta ilmoittava valo on punainen

Akun latauksen määrä

- punainen: latauksessa
- vihreä: lataus valmis
- oranssi: akku vähissä
- sininen: laite käytössä

**KYSELY OPPILAILLE – Opetuksen seuraaminen opettajan opettaessa ilman
äänenvahvistinlaitetta**

LUOKKA-ASTE _____

NIMIKIRJAIMET _____

PÄIVÄMÄÄRÄ _____

OPETTAJAN NIMI _____

Istun luokan edessä ☐ keskellä ☐ takana ☐

Oletko vastannut aikaisemmin vastaaviin kysymyksiin tämän opettajan tunnilla? Kyllä ☐ En ☐

Oletko vastannut aikaisemmin vastaaviin kysymyksiin toisen opettajan tunnilla? Kyllä ☐ En ☐

Merkitse viiva siihen kohtaan janaa, joka kuvaa parhaiten tuntemustasi.

1. Opettajan äänen kuuli
erittäin huonosti

erittäin hyvin

2. Jouduin keskittymään tarkasti, jotta kuulin, mitä opettaja sanoo
aina

en ollenkaan

3. Opettaja joutui korottamaan ääntään
lähes koko ajan

ei ollenkaan

4. Luokka pulisi
lähes koko ajan

ei ollenkaan

KYSELY OPPILAILLE – Opetuksen seuraaminen opettajan käyttäessä äänenvahvistinlaitetta

LUOKKA-ASTE _____

NIMIKIRJAIMET _____

PÄIVÄMÄÄRÄ _____

OPETTAJAN NIMI _____

Istun luokan edessä ☐ keskellä ☐ takana ☐

Oletko vastannut aikaisemmin vastaaviin kysymyksiin tämän opettajan tunnilla? Kyllä ☐ En ☐

Oletko vastannut aikaisemmin vastaaviin kysymyksiin toisen opettajan tunnilla? Kyllä ☐ En ☐

Merkitse viiva siihen kohtaan janaa, joka kuvaa parhaiten tuntemustasi.

1. Kuulin opettajan äänen
erittäin huonosti

erittäin hyvin

2. Jouduin keskittymään tarkasti, jotta kuulin, mitä opettaja sanoo

aina

en ollenkaan

3. Opettaja joutui korottamaan ääntään
lähes koko ajan

ei ollenkaan

4. Luokka pulisi
lähes koko ajan

ei ollenkaan

Vastaa vielä seuraaviin kysymyksiin, miten yleisesti koet sen, että opettaja käyttää/käyttäisi äänenvahvistinta:

5. Opettajaa on helpompi kuulla, kun hän käyttää äänenvahvistinlaitetta? Kyllä ☐ Ei ☐

6. Äänenvahvistimen käyttö helpottaa opetuksen seuraamista? Kyllä ☐ Ei ☐

7. Opettajan on mielestäsi hyvä käyttää äänenvahvistinlaitetta aina opetuksessa (lukuun ottamatta henkilökohtainen ohjaus) Kyllä ☐ Ei ☐

Taulukko 10. Opettajien (N=20) subjektiiviset äänituntemukset ilman äänenvahvistinta ja vahvistimen kanssa opettamisesta. Arvot mitattu 100 mm pituisella VAS-janalla.

Ei äänenvahvistinta					Äänenvahvistin			
	Aamupäivä	Iltapäivä	Muutos	Z-arvo (p-arvo)	Aamupäivä	Iltapäivä	Muutos	Z-arvo (p-arvo)
Äänentuo tto	2,9	4,5	1,6	-2,439 (0,015)	3,5	3,6	0,1	-0,750 (0,453)
Äänenlaatu	3,5	5,0	1,5	-2,509 (0,012)	3,4	4,3	0,9	-0,781 (0,435)
Äänen madaltum inen	4,1	5,0	0,9	-1,800 (0,072)	4,1	4,4	0,3	-0,336 (0,737)
Äänen sortumine n	3,4	3,5	0,1	-1,307 (0,191)	3,4	3,7	0,3	-0,103 (0,918)
Äänen kuuluville saaminen	3,2	3,9	0,7	-2,889 (0,004)	2,4	3,2	0,8	-0,213 (0,831)
Rykimine n ja kurkun selvittely	3,9	5,4	1,5	-1,298 (0,028)	4	3,5	-0,5	-1,307 (0,191)
Kurkun väsymine n	4,3	7,2	2,9	-3,339 (0,001)	4,4	3,6	-0,8	-0,261 (0,794)
Kurkun lihaskipu, jännitys ja palantunn e	3,4	6,6	3,2	-3,197 (0,001)	3,8	3,5	-0,3	-0,994 (0,320)

Taulukko 11. Oppilaiden (N=73) kokemukset opetuksen seuraamisesta. Arvot mitattu 100 mm pituisella VAS-janalla.

	Äänenvahvistin ei käytössä	Vahvistin käytössä	Muutos	t-arvo	p-arvo
Opettajan äänen kuuli (0 erittäin huonosti – 10 erittäin hyvin)	7,9	9,2	0,2	-0,5661	0,000
Jouduin keskittymään tarkasti kuullakseni (0 aina – 10 en ollenkaan)	8,0	8,9	0,9	-0,4386	0,000
Opettaja korotti ääntään (0 lähes koko ajan – ei ollenkaan)	7,5	8,5	1,0	-0,3312	0,001
Luokka pulisi (0 lähes koko ajan – 10 ei ollenkaan)	5,4	5,6	0,2	-0,894	0,374